

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関  
国際事務局



(43)国際公開日  
2005年8月11日(11.08.2005)

PCT

(10)国際公開番号  
WO 2005/073909 A1

(51)国際特許分類<sup>7</sup>:

G06T 1/00

(71)出願人(米国を除く全ての指定国について): デジタルファッショング株式会社 (DIGITAL FASHION LTD.) [JP/JP]; 〒5300004 大阪府大阪市北区堂島浜二丁目2番8号 Osaka (JP).

(21)国際出願番号:

PCT/JP2004/016125

(22)国際出願日: 2004年10月29日(29.10.2004)

日本語

(72)発明者; および

(25)国際出願の言語:

日本語

(75)発明者/出願人(米国についてのみ): 田中昌司 (TANAKA, Shoji) [JP/JP]; 〒5300004 大阪府大阪市北区堂島浜二丁目2番8号 デジタルファッショング株式会社内 Osaka (JP). 古川貴雄 (FURUKAWA, Takao) [JP/JP]; 〒5300004 大阪府大阪市北区堂島浜二丁目2番8号 デジタルファッショング株式会社内

(26)国際公開の言語:

日本語

(30)優先権データ:

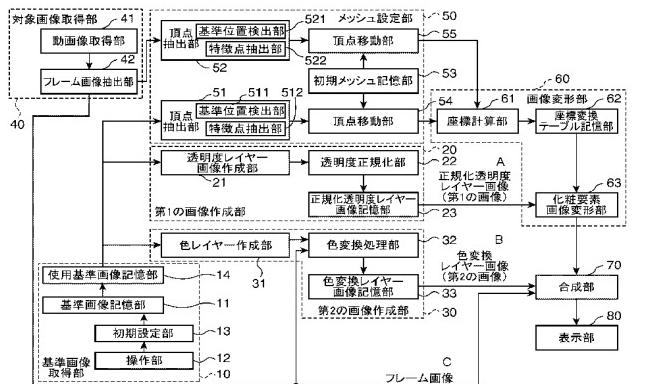
特願2004-023947 2004年1月30日(30.01.2004) JP

特願2004-177954 2004年6月16日(16.06.2004) JP

/続葉有/

(54)Title: MAKEUP SIMULATION PROGRAM, MAKEUP SIMULATION DEVICE, AND MAKEUP SIMULATION METHOD

(54)発明の名称: 化粧シミュレーションプログラム、化粧シミュレーション装置、及び化粧シミュレーション方法



- |     |  |    |   |
|-----|--|----|---|
| 40  | OBJECT IMAGE ACQUISITION UNIT          | 30 | SECOND IMAGE CREATION UNIT                          |
| 41  | MOVING PICTURE ACQUISITION UNIT        | 31 | COLOR LAYER CREATION UNIT                           |
| 42  | FRAME IMAGE EXTRACTION UNIT            | 32 | COLOR CONVERSION PROCESSING UNIT                    |
| 50  | MESH SETTING UNIT                      | 33 | COLOR CONVERSION LAYER IMAGE STORAGE UNIT           |
| 52  | VERTEX EXTRACTION UNIT                 | 10 | REFERENCE IMAGE ACQUISITION UNIT                    |
| 521 | REFERENCE POSITION DETECTION UNIT      | 14 | USE REFERENCE IMAGE STORAGE UNIT                    |
| 522 | CHARACTERISTIC POINT EXTRACTION UNIT   | 11 | REFERENCE IMAGE STORAGE UNIT                        |
| 55  | VERTEX MOVEMENT UNIT                   | 13 | INITIAL SETTING UNIT                                |
| 53  | INITIAL MESH STORAGE UNIT              | 12 | OPERATION UNIT                                      |
| 54  | VERTEX MOVEMENT UNIT                   | 60 | IMAGE DEFORMATION UNIT                              |
| 51  | VERTEX EXTRACTION UNIT                 | 61 | COORDINATE CALCULATION UNIT                         |
| 511 | REFERENCE POSITION DETECTION UNIT      | 62 | COORDINATE CONVERSION TABLE STORAGE UNIT            |
| 512 | CHARACTERISTIC POINT EXTRACTION UNIT   | 63 | MAKEUP ELEMENT IMAGE DEFORMATION UNIT               |
| 20  | FIRST IMAGE CREATION UNIT              | 70 | SYNTHESIS UNIT                                      |
| 21  | TRANSPARENCY LAYER IMAGE CREATION UNIT | 80 | DISPLAY UNIT  |
| 22  | TRANSPARENCY NORMALIZATION UNIT        | A  | A NORMALIZED TRANSPARENCY LAYER IMAGE (FIRST IMAGE) |
| 23  | NORMALIZED TRANSPARENCY LAYER IMAGE    | B  | B COLOR-CONVERTED LAYER IMAGE (SECOND IMAGE)        |
|     | STORAGE UNIT                           | C  | C FRAME IMAGE                                       |

layer image and the frame image by the alpha blending.

(57)要約: 専門的な知識を有する者でなくとも、簡便な操作により高品質かつ高速にシミュレーション画像を得ることができる化粧シミュレーションに関する技術を提供することを目的とする。 使用基準画像に含まれるn枚のレイヤー画像を基に、各画素の透明度が正規化されたn枚の正規化透明度レイヤー画像を作成する第1の画像作成部20と、レイヤー画像の色成分を用いてフレーム画像に対して色

(57) Abstract: It is possible to provide a makeup simulation technique enabling a user having no special knowledge to obtain a simulation image of a high quality at high speed with a simple operation. A makeup simulation device includes: a first image creation unit (20) for creating n layer images of normalized transparency in which transparency degree of each pixel is normalized according to n layer images contained in a use reference image; a second image creation unit (30) for creating n color-converted layer images by subjecting the frame image to the color conversion processing by using the color component of the layer image; a mesh setting section (50) for setting a mesh in each face area in the frame image and the makeup pattern image; an image deformation unit (60) for calculating a difference between the mesh vertexes set in the both images and deforming the makeup element image in the layer image of the normalized transparency according to the difference so as to match with the face area in the frame image; and a synthesis unit (70) for synthesizing the color-converted

WO 2005/073909 A1

/続葉有/



Osaka (JP). 萩野 友隆 (OGINO, Tomotaka) [JP/JP]; 〒5300004 大阪府大阪市北区堂島浜二丁目2番8号 デジタルファッショング株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 小谷 悅司, 外 (KOTANI, Etsushi et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島2丁目2番2号ニチメンビル2階 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:  
— 國際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイドノート」を参照。

---

変換処理を施してn枚の色変換レイヤー画像を作成する第2の画像作成部30と、フレーム画像及びメイクパターん画像中の各々の顔領域にメッシュを設定するメッシュ設定部50と、両画像に設定されたメッシュの頂点の差分を算出し、この差分を基に、正規化透明度レイヤー画像中の化粧要素画像を、フレーム画像の顔領域に適合するよう変形させる画像変形部60と、色変換レイヤー画像及び各フレーム画像をアルファブレンディングにより合成する合成部70とを備える。

## 明 細 書

### 化粧シミュレーションプログラム、化粧シミュレーション装置、及び化粧シミュレーション方法

#### 技術分野

[0001] 本発明は、人物の顔に対して仮想的に化粧を施す化粧シミュレーション技術に関する。

#### 背景技術

[0002] 従来より、ペンタブレット等の入力装置と、市販のレタッチ画像処理ソフトウェア(例えば、アドビ社のフォトショップ等)がインストールされた市販のコンピュータとを用いて、ユーザからの描画指令を基に、ブラシで化粧を塗布するような描画処理を行い、顔の静止画像に対して仮想的に化粧を施す手法が知られている。

[0003] また、顔の動画像の各フレームに対し、口及び目の位置を検出し、検出した位置を基に、口紅、チーク等の化粧を施す領域を指定し、指定した領域に色を付すことにより、顔の動画像に対してリアルタイムに化粧シミュレーションを行なう技術が知られている(特許文献1)。

特許文献1:特開2003-44837号公報

#### 発明の開示

[0004] しかしながら、上記静止画像に対して仮想的に化粧を施す手法では、作成されたシミュレーション画像は、単に顔画像上に領域が指定されて化粧の塗布領域(化粧要素画像)が定められているにすぎず、かかる画像を、同一人物で表情の異なる画像に適用する、あるいは、他人の画像に適用するというようなことはなされていなかった。

[0005] また、特許文献1に記載の発明は、化粧要素画像を数式で定義し、顔の表情の変化に応じて、数式のパラメータを調整し、シミュレーション画像を得るものであるが、かかるパラメータの調整には数学及びプログラム等の専門的な知識が要求される。そのため、専門的な知識を有さない多少絵心のあるユーザが、簡略化された操作によりシミュレーション画像を得ることは困難であるという問題があった。また、化粧要素画像

が自由曲線から構成される場合、パラメータの調整は非常に複雑となり、数学及びプログラミングの知識を有する熟練者であっても、パラメータの調整には、多大な労力がかかるという問題があった。さらに、化粧画像が数式で定義されているため、演算に多大なる時間がかかるという問題があった。さらに、化粧要素画像を数式で近似するという方式であるため、実際に化粧を塗布したような高品質な画像を得ることが困難であった。

- [0006] 本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、専門的な知識を有する者でなくとも、簡便な操作により高品質かつ高速にシミュレーション画像を得ることができる化粧シミュレーションに関する技術を提供することを目的とする。
- [0007] 本発明による化粧シミュレーションプログラムは、 $n$ ( $n$ は正の整数)枚のレイヤー画像と1枚の顔画像とから構成される基準画像を用いてコンピュータに化粧シミュレーションを実行させる化粧シミュレーションプログラムであって、前記基準画像は操作装置を介して入力されたユーザからの描画指令に基づいて予め作成されたものであり、前記 $n$ 枚のレイヤー画像は、各々同一色からなる少なくとも1つの化粧要素画像を含み、前記 $n$ 枚のレイヤー画像の各々に対し、各レイヤー画像の各画素に設定された透明度を基に、前記 $n$ 枚のレイヤー画像の各々に対応する $n$ 枚の第1の画像を作成する第1の画像作成手段、シミュレーション対象となる人物の顔を含むシミュレーション対象画像を取得する対象画像取得手段、前記基準画像に含まれる顔領域にメッッシュを設定すると共に、前記シミュレーション対象画像に含まれる顔領域にメッッシュを設定するメッッシュ設定手段、前記基準画像及び前記シミュレーション対象画像の各々に設定されたメッッシュの対応する頂点の位置の差分を算出し、算出した差分に基づいて、前記 $n$ 枚の第1の画像の各々に含まれる化粧要素画像を、前記シミュレーション対象画像に含まれる顔領域に適合するように変形させる変形手段、前記シミュレーション対象画像に対して前記 $n$ 枚のレイヤー画像の色成分を用いた所定の色変換処理を実行することにより、前記 $n$ 枚のレイヤー画像の各々に対応する $n$ 枚の第2の画像を作成する第2の画像作成手段、前記 $n$ 枚の第1の画像を基に、前記 $n$ 枚の第2の画像及び前記シミュレーション対象画像の各々の透明度を決定し、決定した透明度を用いて、前記シミュレーション対象画像と前記 $n$ 枚の第2の画像とを合成する

合成手段としてコンピュータを機能させることを特徴とするものである。

[0008] 本発明による化粧シミュレーションプログラムによれば、n枚のレイヤー画像と1枚の顔画像とから構成される基準画像に対して、基準画像を構成する各レイヤー画像の透明度を基に、n枚の第1の画像が作成され、基準画像及びシミュレーション対象画像の各々の顔領域に対してメッシュが設定される。そして、基準画像の顔の領域内に設定されたメッシュと、シミュレーション対象画像の顔の領域内に設定されたメッシュとの対応する頂点同士の位置の差分が算出され、この差分を基に、n枚の第1の画像の各々に含まれる化粧要素画像が、シミュレーション対象画像中の顔領域に適合するように変形される。

[0009] そして、シミュレーション対象画像が各レイヤー画像の色成分を用いて変換され、第2の画像が作成され、第1の画像を基に、第2の画像及びシミュレーション対象画像の透明度が決定され、決定された透明度により、第2の画像及びシミュレーション対象画像が合成される。

[0010] ここで、基準画像は、ある人物の顔画像に対し、フォトショップ(登録商標)等の画像作成ソフトウェア及びペンタブレット等の操作装置を用いた簡便な作業により作成された画像である。そして、基準画像を基に、シミュレーション対象画像に化粧が施され、高品質な化粧シミュレーション画像が生成される。従って、ユーザは、簡便な操作により高品質な化粧シミュレーション画像を高速に得ることができる。

[0011] また、基準画像はn枚のレイヤー画像から構成されているため、仮想的に化粧が施されたシミュレーション対象画像から一部の化粧要素画像を削除する、又は、一部の化粧要素画像の色を変更するというような変更を容易に行なうことができる。

#### 図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の実施の形態による化粧シミュレーション装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

[図2]化粧シミュレーション装置の機能ブロック図を示している。

[図3]化粧シミュレーション装置の動作を示すフローチャートである。

[図4]化粧シミュレーション装置の動作を示すフローチャートである。

[図5]式(1)及び式(2)を説明するための図である。

[図6]特徴点の抽出処理を説明する図面である。

[図7]初期メッシュの一例を示した図である。

[図8]メッシュの浮動頂点に対して一定の高さ成分を付与した直後において、使用基準画像に設定されたメッシュを示した図面であり、(a)はZ方向視のメッシュを示し、(b)は斜め方向視のメッシュを示している。

[図9]メッシュの各頂点に対し、式(7)及び式(8)の演算を1回適用したときの使用基準画像に設定されたメッシュを示した図であり、(a)はZ方向視のメッシュを示し、(b)は斜め方向視のメッシュを示している。

[図10]メッシュの各頂点に対し、式(7)及び式(8)の演算を5回適用したときの使用基準画像に設定されたメッシュを示した図面であり、(a)はZ方向視のメッシュを示し、(b)は斜め方向視のメッシュを示している。

[図11]メッシュの各頂点に対し、式(7)及び式(8)の演算を10回適用したときの使用基準画像に設定されたメッシュを示した図面であり、(a)はZ方向視のメッシュを示し、(b)は斜め方向視のメッシュを示している。

[図12]メッシュの各頂点に対し、式(7)及び式(8)の演算を20回適用したときの使用基準画像に設定されたメッシュを示した図面であり、(a)はZ方向視のメッシュを示し、(b)は斜め方向視のメッシュを示している。

[図13]メッシュの各頂点に対し、式(7)及び式(8)の演算を30回適用したときの使用基準画像に設定されたメッシュを示した図面であり、(a)はZ方向視のメッシュを示し、(b)は斜め方向視のメッシュを示している。

[図14]メッシュの各頂点に対し、式(7)及び式(8)の演算を60回適用したときの使用基準画像に設定されたメッシュを示した図面であり、(a)はZ方向視のメッシュを示し、(b)は斜め方向視のメッシュを示している。

[図15]ポリゴンに重なりが生じている画像に対して、化粧要素画像を合成したときの一例を示す画面図である。

[図16]使用基準画像の顔領域に設定されたメッシュを示した図である。

[図17]フレーム画像の顔領域に設定されたメッシュを示した図面である。

[図18]化粧要素画像が変形される様子を示した図面であり、(a)は変形前を示し、(b)

)は変形後を示している。

[図19]合成部により合成された画像の一例を示した図面である。

[図20]基準位置検出部の詳細な構成を示すブロック図である。

[図21]基準位置検出部の動作を示すフローチャートである。

[図22]モフォロジ処理された画像を示した図面である。

[図23]左及び右眼相関値フィルタを示した図面であり、(a)は左眼相関値フィルタを、(b)は右眼相関値フィルタを示している。

[図24]グローバルパターン画像と左及び右眼ローカルパターン画像とを示した図面であり、(a)はグローバルパターン画像を示し、(b)は左及び右眼ローカルパターン画像を示している。

[図25]顔画像の一例を示した図面であり、(a)は顔が傾いていない場合、(b)は顔が傾いている場合を示している。

[図26]左及び右眼相関値画像の一例を示した図面であり、(a)は左眼相関値画像を示し、(b)は右眼相関値画像を示している。

[図27]移動部によって移動された左及び右眼相関値画像を示す図面であり、(a)は左眼相関値画像を示し、(b)は右眼相関値画像を示している。

[図28]最大値フィルタによる処理結果を示す図面であり、(a)は最大値フィルタによるフィルタ処理が施された左眼相関値画像を示し、(b)は最大値フィルタによるフィルタ処理が施された右眼相関値画像を示している。

[図29]顔中心評価画像を示した図面である。

[図30]顔中心評価画像によるフィルタ処理が施された合成画像を示した図面である。

[図31]基準画像作成モードにおける化粧シミュレーション装置の機能ブロック図である。

[図32]基準画像作成モードにおける化粧シミュレーション装置の動作を示すフローチャートである。

## 発明を実施するための最良の形態

[0013] 以下、本発明の実施の形態による化粧シミュレーション装置について図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の実施の形態による化粧シミュレーション装置のハ

ードウェア構成を示すブロック図である。

- [0014] 図1に示す化粧シミュレーション装置は、通常のコンピュータ等から構成され、入力装置1、ROM(リードオンリーメモリ)2、CPU(中央演算処理装置)3、RAM(ランダムアクセスメモリ)4、外部記憶装置5、表示装置6、記録媒体駆動装置7、入出力インターフェイス(I/F)9を備える。各ブロックは内部のバスに接続され、このバスを介して種々のデータが入出力され、CPU3の制御の下、種々の処理が実行される。
- [0015] 入力装置1は、キーボード、マウス及びペンタブレット等から構成され、操作者が種々のデータ及び操作指令等を入力するために使用される。
- [0016] ROM2は、BIOS(Basic Input/Output System)等のシステムプログラム等を記憶する。RAM4は、CPU3の作業領域等として用いられる。
- [0017] 外部記憶装置5は、ハードディスクドライブ等から構成され、所定のOS(Operating System)及び後述する化粧シミュレーションプログラム等を記憶する。
- [0018] 表示装置6は、液晶表示装置、CRT(陰極線管)等から構成され、CPU3の制御の下、種々の画像を表示する。
- [0019] 記録媒体駆動装置7は、CD-ROMドライブ、フレキシブルディスクドライブ等から構成される。本実施形態では、化粧シミュレーションプログラムを記録する、CD-ROM、フレキシブルディスク等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体8を、記録媒体駆動装置7に装填し、インストールすることにより、化粧シミュレーションプログラムを外部記憶装置5に格納している。
- [0020] なお、インターネット上に接続されたWEBサーバに化粧シミュレーションプログラムを記憶させておき、WEBサーバからその化粧シミュレーションプログラムをダウンロードすることにより、コンピュータに化粧シミュレーションプログラムをインストールしてもよい。また、コンピュータに顔の動画像を取得させ、WEBサーバに送信し、WEBサーバ上で化粧シミュレーションの処理を実行し、その処理結果をパーソナルコンピュータに送信するというように、WEBサーバとコンピュータ上で化粧シミュレーションプログラムを分散して実行させてもよい。
- [0021] 動画カメラ10aは、入出力インターフェイス(I/F)9を介してバスラインに接続され、

例えばCCDエリアセンサにより、種々の動画像を所定のフレームレートで取得し、コンピュータに出力する。

- [0022] 静止画カメラ11aは、入出I/F9を介してバスラインに接続され、例えばCCDエリアセンサにより、種々の静止画像を取得し、コンピュータに出力する。
- [0023] 本化粧シミュレーション装置は、ユーザによって予め作成された基準画像を基に、動画像に対して化粧シミュレーションを実行する化粧シミュレーションモードと、上記基準画像を作成する基準画像作成モードとを備えている。まず、化粧シミュレーションモードについて説明する。
- [0024] (化粧シミュレーションモード)
- 図2は、化粧シミュレーションモードにおける化粧シミュレーション装置の機能ブロック図を示している。本化粧シミュレーション装置は、基準画像取得部10、第1の画像作成部20、第2の画像作成部30、対象画像取得部40、メッシュ設定部50、画像変形部60、合成部70、及び表示部80を備えている。これらの機能は、CPU3が化粧シミュレーションプログラムを実行する等して実現される。
- [0025] 基準画像取得部10は、基準画像記憶部11、操作部12、初期設定部13、及び使用基準画像記憶部14を備えている。基準画像記憶部11は、外部記憶装置5から構成され、基準画像作成モードにおいて作成された1又は複数種類の基準画像を記憶している。
- [0026] 基準画像は、N(Nは正の整数)枚のレイヤー画像と、1枚の顔画像とから構成されている。顔画像は、ある人物を静止画カメラ11aで撮影することで取得された画像である。各レイヤー画像には、1種類の化粧要素画像が含まれる。ここで、化粧要素画像とは、口紅、チーク、アイシャドウ等、各化粧要素の形状及び色等を示す画像である。
- [0027] 化粧要素画像は、入力装置1を操作することにより、フォトショップ(登録商標)等の描画ソフトを用いてユーザにより描画された画像である。基準画像作成モードでは、1種類の化粧要素画像が作成される毎に1つのレイヤー画像が作成されるため、レイヤー画像には1種類の化粧要素画像が含まれる。本実施の形態では、1種類の化粧要素画像に対して、1個の色が設定されるものとする。

- [0028] レイヤー画像の各画素は、R(赤), G(緑), B(青)値からなる色成分と、透明度とか  
ら構成されている。1種類の化粧要素画像は、1色から構成されているため、1枚のレ  
イヤー画像の色成分は、全画素において同じR, G, B値を有している。すなわち、1  
枚のレイヤー画像の色成分は、1種類のR, G, B値により表される。
- [0029] 透明度は、顔画像に対するレイヤー画像の混合率を示すものである。透明度が最  
大値(100%)を示す場合、レイヤー画像のみが表示され顔画像は表示されない。一  
方、透明度が最小値(0%)を示す場合、レイヤー画像は表示されず、顔画像のみが  
表示される。
- [0030] 具体的には、 $i (1 \leq i \leq n)$  番目のレイヤー画像のある画素の透明度を  $a_i$  とすると、顔  
画像の対応する画素の透明度は、 $1 - a_i$  となる。なお、透明度は、化粧要素画像の描  
画時のペントップレットの軌跡や筆圧等に応じて設定される。
- [0031] 顔画像は、R, G, B値からなる色成分から構成されている。顔画像の各画素の色成  
分は、レイヤー画像とは異なり、画素毎に異なるR, G, B値を有している。なお、顔画  
像自体には、透明度が設定されてないが、n枚のレイヤー画像の透明度によって、顔  
画像の透明度が規定される。
- [0032] 操作部12は、入力装置1から構成され、ユーザが種々の操作指令を入力するため  
に用いられる。
- [0033] 初期設定部13は、操作部12を介して入力されたユーザからの操作指令を基に、  
基準画像記憶部11に記憶された複数種類の基準画像の中から、化粧シミュレーション  
に使用する1種類の基準画像を設定する。設定された基準画像は使用基準画像と  
して、使用基準画像記憶部14に記憶される。
- [0034] また、使用基準画像のうち、いずれか1又は複数のレイヤー画像を削除する指令が  
行なわれた場合、使用基準画像から当該レイヤー画像が削除され、使用基準画像が  
更新される。また、使用基準画像のうち、いずれかのレイヤー画像に対し、色の指定  
が行なわれた場合、当該レイヤー画像の色成分の値が、指定された色の値に変更さ  
れる。以下、使用基準画像は、n ( $n \leq N$ ) 枚のレイヤー画像からなるものとする。使用  
基準画像記憶部14は、RAM4から構成され、使用基準画像を記憶する。
- [0035] 第1の画像作成部20は、透明度レイヤー画像作成部21、透明度正規化部22、及

び正規化透明度レイヤー画像記憶部23を備えている。透明度レイヤー画像作成部21は、レイヤー画像を構成する各画素の透明度により、n枚のレイヤー画像の各々に対応するn枚の透明度レイヤー画像を作成する。レイヤー画像は、画素毎に異なる透明度を有しているため、透明度レイヤー画像は、透明度によって化粧要素画像が濃淡表示された画像と考えることができる。

[0036] 透明度正規化部22は、透明度レイヤー画像作成部21によって作成された透明度レイヤー画像の各画素に対して、式(1)の演算を施すことにより各画素を正規化し、正規化透明度レイヤー画像を作成する。また、透明度正規化部22は、顔画像の各画素に対して、式(2)の演算を施すことにより、顔画像の透明度を正規化する。

[0037] [数1]

$$\beta_i = \frac{\alpha_i^2}{\sum_{j=1}^n \alpha_j} \quad \cdots \text{式(1)}$$

$$\gamma = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i (1 - \alpha_i)}{\sum_{j=1}^n \alpha_j} \quad \cdots \text{式(2)}$$

但し、 $\alpha_i$  は第*i*階層の透明度レイヤー画像の各画素の透明度を示す。 $\beta_i$  は正規化された透明度レイヤー画像の各画素の透明度を示す。 $\gamma$  は正規化された顔画像の各画素の透明度を示す。式(1)及び式(2)の分母は1からn階層目までのある画素における透明度レイヤー画像の透明度の和を示す。

[0038] 正規化透明度レイヤー画像記憶部23は、RAM4から構成され、透明度正規化部22によって作成された正規化透明度レイヤー画像と顔画像の透明度とを記憶する。

[0039] 第2の画像作成部30は、色レイヤー作成部31、色変換処理部32、及び色変換レイヤー画像記憶部33を備えている。色レイヤー作成部31は、レイヤー画像に設定された色成分を基に、n枚のレイヤー画像の各々に対応するn個の色レイヤーを作成する。レイヤー画像の色成分は、1種類のR, G, B値から構成されるため、色レイヤ

一は、1種類のR, G, B値から構成されるデータである。

[0040] 色変換処理部32は、フレーム画像抽出部42によって抽出された1枚のフレーム画像を構成する各画素のR, G, B値をHSV表色系に変換すると共に、n個の色レイヤーの各々のR, G, B値をHSV表色系に変換した後、式(3)～式(5)に示す色変換処理を実行し、得られた画像をさらにR, G, B表色系に変換することにより、n枚の色変換レイヤー画像を作成する。なお、HSV表色系は、各画素が色相(H)、彩度(S)及び強度(V)の成分で表される表色系である。

$$H_r = H_c \quad \cdots \text{式(3)}$$

$$S_r = 0.8 \times S_f + 0.2 \times S_c \quad \cdots \text{式(4)}$$

$$V_r = 0.8 \times V_f + 0.2 \times V_c \quad \cdots \text{式(5)}$$

但し、 $H_c$ 、 $S_c$ 、 $V_c$ は色レイヤーのH, S, V値を示し、 $S_f$ 、 $V_f$ はフレーム画像のある画素のH, S, V値を示し、 $H_r$ 、 $S_r$ 、 $V_r$ は色変換処理後の各画素のHSV値を示している。色変換レイヤー画像記憶部33は、RAM4から構成され、色変換処理部32によって作成されたn枚の色変換レイヤー画像を記憶する。

[0041] 対象画像取得部40は、動画像取得部41、及びフレーム画像抽出部42を備える。動画像取得部41は、動画カメラ10aから構成され、人間の顔の動画像を取得する。被写体となる人間は、化粧シミュレーションが適用される人間であり、使用基準画像のモデルとなる人間と同一人であってもよいし、別人であってもよい。フレーム画像抽出部42は、動画像取得部41によって取得された動画像から1枚のフレーム画像を順次抽出する。

[0042] メッシュ設定部50は、頂点抽出部51, 52、初期メッシュ記憶部53、及び頂点移動部54, 55を備えている。頂点抽出部51は、基準位置検出部511及び特徴点抽出部512を備える。

[0043] 基準位置検出部511は、使用基準画像に含まれる顔画像の顔領域の眉間を基準位置として検出する。特徴点抽出部512は、基準位置検出部511により検出された基準位置を用いて、使用基準画像から特徴点を抽出する。なお、特徴点は、瞳、眉頭、目頭、目尻、鼻頭、並びに上唇及び下唇の付け根等の予め定められた顔の特徴的な箇所を示す点である。

- [0044] 頂点抽出部52は、基準位置検出部521及び特徴点抽出部522を備える。基準位置検出部521は、フレーム画像抽出部42によって抽出されたフレーム画像の顔領域の眉間を基準位置として検出する。特徴点抽出部522は、特徴点抽出部512と同一の手法により、基準位置検出部521により検出された基準位置を用いて、フレーム画像から特徴点を抽出する。
- [0045] 初期メッシュ記憶部53は、人間の顔領域に設定されるメッシュの原型である初期メッシュを記憶する。この初期メッシュは、ある人間の顔画像に基づいて予め作成されたものであり、一部のメッシュの頂点が、前記特徴点に位置するように、顔領域にメッシュの各頂点が設定されている。以下、初期メッシュの各頂点のうち、特徴点に位置する頂点を「特徴頂点」と称し、特徴頂点以外のメッシュの頂点を「浮動頂点」と称する。また、本実施形態では、メッシュを構成するポリゴンとしては、三角形のポリゴンを用いたが、これに限定されず、四角形、五角形等のポリゴンを用いても良い。なお、初期メッシュは、シェアウェアであるメタセコイアを用いて作成されたものを用いる。
- [0046] 頂点移動部54は、初期メッシュの特徴頂点を、使用基準画像から抽出された対応する特徴点に移動させた後、初期メッシュの各頂点間の距離を一定に保ち(長さ制約)、かつ、メッシュを構成するポリゴンの重なりが生じないという制約条件を満たすように、特徴頂点の移動量に応じて浮動頂点を移動させ、使用基準画像の顔画像の顔領域にメッシュを設定する。このメッシュの各頂点の移動の詳細については後述する。
- [0047] 頂点移動部55は、頂点移動部54と同一の手法により、フレーム画像の顔領域にメッシュを設定する。
- [0048] 画像変形部60は、座標計算部61、座標変換テーブル記憶部62、及び化粧要素画像変形部63を備える。座標計算部61は、フレーム画像の顔領域に設定されたメッシュと、使用基準画像の顔画像の顔領域に設定されたメッシュとの対応する頂点同士の位置の差分から各頂点の差分ベクトルを算出し、メッシュの各頂点と、各頂点の差分ベクトルとが関連づけられた座標変換テーブル作成する。
- [0049] 座標変換テーブル記憶部62は、RAM4から構成され、座標計算部61によって作成された座標変換テーブルを記憶する。

[0050] 化粧要素画像変形部63は、使用基準画像に設定されたメッシュをn枚の正規化透明度レイヤー画像の各々に対して設定し、設定したメッシュの各頂点を、座標変換テーブルに記載された差分ベクトル分移動させて、n枚の正規化透明度レイヤー画像内の化粧要素画像を変形させる。

[0051] 合成部70は、化粧要素画像変形部63によって変形された化粧要素画像を含むn枚の正規化透明度レイヤー画像の各画素の透明度(上記 $\beta_i$ )を色変換レイヤー画像の各画素のアルファ値とし、顔画像の正規化された各画素の透明度(上記 $\gamma$ )をフレーム画像の各画素のアルファ値とし、アルファブレンディングにより、フレーム画像と、n枚の色変換レイヤー画像とを合成する。なお、アルファブレンディングは、式(6)によって示される。

[0052] [数2]

$$\vec{C}_r = \gamma \vec{C}_f + \sum_{i=1}^n \beta_i \vec{C}_i \quad \cdots \text{式(6)}$$

但し、 $\vec{C}_r$ ベクトルは、合成後のR, G, B値を示す。 $\vec{C}_f$ ベクトルはフレーム画像の各画素のR, G, B値を示す。 $\vec{C}_i$ ベクトルは色変換レイヤー画像の各画素のR, G, B値を示す。また、 $\beta_i$ は式(1)で表され、 $\gamma$ は式(2)で表される。

[0053] 表示部80は、表示装置6から構成され、合成部70によって合成された画像、すなわち、仮想的に化粧が施された顔の動画像を表示する。

[0054] なお、本実施の形態では、第1の画像作成部20が第1の画像作成手段に相当し、第2の画像作成部30が第2の画像作成手段に相当し、フレーム画像抽出部42が対象画像取得手段に相当し、メッシュ設定部50がメッシュ設定手段に相当し、画像変形部60が画像変形手段に相当し、合成部70が合成手段に相当し、使用基準画像が基準画像に相当する。

[0055] (化粧シミュレーション装置の動作)

次に、図3及び図4に示すフローチャートにしたがって、本化粧シミュレーション装置の動作について説明する。

[0056] まず、ステップS1において、初期設定部13は、ユーザによって選択された1種類の基準画像を使用基準画像として決定し、使用基準画像記憶部14に記憶させる。この

場合、初期設定部13により、基準画像記憶部11に記憶されている基準画像の一覧画像が、表示部80に表示される。そして、ユーザによって、一覧画像の中からクリックされた基準画像が使用基準画像として決定される。

- [0057] さらに、ユーザにより、使用基準画像を構成するn枚のレイヤー画像のうちいずれかのレイヤー画像を化粧シミュレーションに使用しない操作指令がユーザにより行われると、初期設定部13は、当該レイヤー画像を使用基準画像から削除し、使用基準画像を更新する。このとき、更新された使用基準画像は、表示部80に表示される。
- [0058] また、化粧シミュレーションに使用するn枚のレイヤー画像のうち、いずれかのレイヤー画像に対する色を指定する操作指令がユーザにより行なわれた場合、当該レイヤー画像の色成分の値を指定された色の値に変更し、使用基準画像を更新する。このとき、更新された使用基準画像は、表示部80に表示される。
- [0059] また、ユーザは、表示部80に表示された使用基準画像に含まれる化粧要素画像をクリックした後、表示部80に表示された色を指定するためのカラーパレットの中から、所望の色をクリックすることにより化粧要素画像の色を変更する。
- [0060] ステップS2において、透明度レイヤー画像作成部21は、使用基準画像記憶部14から使用基準画像を読み出し、読み出した使用基準画像に含まれるn枚のレイヤー画像の各々に対応するn枚の透明度レイヤー画像を作成する。
- [0061] ステップS3において、色レイヤー作成部31は、使用基準画像記憶部14から使用基準画像を読み出し、読み出した使用基準画像に含まれるn枚のレイヤー画像の各々に対応するn個の色レイヤーを作成する。
- [0062] ステップS4において、透明度レイヤー画像作成部21は、n枚の透明度レイヤー画像の各々に対して式(1)を適用し、各透明度レイヤー画像を構成する各画素の透明度を正規化し、n枚の正規化透明度レイヤー画像を作成すると共に、式(2)を用いて基準画像に含まれる顔画像を構成する各画素の透明度を正規化する。
- [0063] 図5は、式(1)及び式(2)を説明するための図である。図5では、レイヤー1～nの各々に対応する帶グラフが示されており、各帶グラフは、第i階層の透明度レイヤー画像の透明度  $\alpha_i$  と、第i階層の顔画像の透明度  $(1 - \alpha_i)$  との関係が示されている。例えば、レイヤー1の帶グラフにおいて右側の領域R1には、第1階層の透明度レイヤー

画像の透明度が示され、左側の領域R2には、第1階層の顔画像の透明度が示されている。

- [0064] 各帯グラフの右側に示された数式は、第1階層から第n階層までの透明度レイヤー画像の透明度  $\alpha_1 \sim \alpha_n$  の和に対する、各透明度レイヤー画像の透明度  $\alpha_i$  の比率を示している。この比率を透明度  $\alpha_i$  にかけあわせると上記式(1)が得られる。
- [0065] また、各帯グラフの右側に示された各透明度レイヤー画像の透明度  $\alpha_i$  の比率を顔画像の透明度  $1 - \alpha_i$  に乘じ、1からnまでの総和をとると上記式(2)が得られる。なお、 $\beta_i$  及び  $\gamma$  は、 $\sum \beta_i + \gamma = 1$  の関係を有している。但し、 $\sum \beta_i = \beta_1 + \beta_2 + \cdots + \beta_n$  である。なお、正規化する理由については後述する。
- [0066] 図3に示すステップS5において、基準位置検出部511は、使用基準画像に含まれる顔画像から眉間を検出する。この処理の詳細については後述する。図6は、特徴点の抽出処理を説明する図面である。なお、図6において、ME1～ME4は化粧要素画像を示している。この場合、図6に示すように、顔画像から眉間RPが検出される。
- [0067] 図3に示すステップS6において、特徴点抽出部522は、特開2003-44837号公報に記載の手法を用いて使用基準画像に含まれる顔画像から、人物の背景を示す背景領域、人物の髪を示す髪領域、及び人物の顔を示す顔領域を抽出する。この場合、図6に示すように、背景領域BC、髪領域HC、及び顔領域FCが抽出される。
- [0068] 図3に示すステップS7において、特徴点抽出部522は、使用基準画像に含まれる顔画像から抽出した顔領域に対してエッジ抽出処理を実行し、抽出したエッジと先に検出した眉間RPとの関係から顔、及び眼等の顔部品の輪郭を特定する。この場合、図6に示すように、顔の輪郭E1、眉の輪郭E2、眼の輪郭E3、及び口の輪郭E4が特定される。
- [0069] 図3に示すステップS8において、特徴点抽出部512は、特定した顔、眉、眼、及び口の輪郭E1～E4から特徴点を検出する。この場合、図6に示すように、顔の輪郭E1においては、傾きの変曲点を検出することにより8個の特徴点P11～P18が検出される。なお、特徴点を総称して呼ぶ場合、特徴点TPと表す。また、眉の輪郭E2においては、端部を検出することにより眉尻及び眉頭の位置が特徴点P21及びP22として検出される。さらに、眼の輪郭E3においては、端部を検出することにより目尻及び目

頭の位置が特徴点P31及びP32として検出される。さらに、口の輪郭E4においては、端部を検出することにより上唇と下唇の付け根が特徴点P41、P42として検出される。

- [0070] なお、検出する顔部品の輪郭としては、顔、眉、眼、及び口の輪郭E1～E4に限定されず、他の顔部品、例えば鼻等の輪郭を特定してもよいし、上記4種類の顔部品のうちいずれかの顔部品の輪郭を省いてもよい。また、特徴点も図6で示したものに限定されず、他の特徴点を検出しても良いし、図示した特徴点のうち、一部の特徴点を省略してもよい。
- [0071] 図3に示すステップS9において、頂点移動部54は、初期メッシュの特徴頂点を使用基準画像の対応する特徴点に移動させる。図7は、初期メッシュの一例を示した図である。図7に示すように初期メッシュは、複数の三角形のポリゴンから構成されている。初期メッシュの各頂点は、特徴頂点TP'及び浮動頂点FP'から構成されている。
- [0072] 特徴頂点TP'は、顔、眉、目及び口の輪郭E1'～E4'上に位置する。顔の輪郭E1'上には、8個の特徴頂点P11'～P18'が設定されている。眉の輪郭E2'上には特徴頂点P21'及びP22'が設定され、それぞれ眉尻及び眉頭の位置に設定されている。眼の輪郭E3'上には特徴頂点P31'及びP32'が設定され、それぞれ目尻及び目頭の位置に設定されている。口の輪郭E4'上には特徴頂点P41'及びP42'が設定され、それぞれ上唇と下唇の付け根の位置に設定されている。
- [0073] 頂点移動部54は、この初期メッシュを図6に示す使用基準画像に重ね、初期メッシュの特徴頂点TP'を、使用基準画像の対応する特徴点TPに移動させる。次に、頂点移動部54は、初期メッシュの浮動頂点FP'に一定の高さ成分(Z成分)を与えて3次元データとし、浮動頂点FP'に対して式(7)及び式(8)の演算を繰り返し適用することにより、浮動頂点FP'を移動させる。これにより、使用基準画像に対して、上述した長さ制約を満たし、かつ、メッシュを構成するポリゴンの重なりが生じないようなメッシュが設定されることとなる。
- [0074] [数3]

$$\vec{P}'_i = \vec{P}_i - \lambda ( | \vec{P}_i - \vec{P}_j | - l_{ij} ) (\vec{P}_i - \vec{P}_j) \quad \cdots \text{式(7)}$$

$$\vec{P}'_j = \vec{P}_j + \lambda ( | \vec{P}_i - \vec{P}_j | - l_{ij} ) (\vec{P}_i - \vec{P}_j) \quad \cdots \text{式(8)}$$

ただし、 $\vec{P}_i$ ベクトルは、メッシュの頂点の座標を示す。 $\vec{P}_j$ ベクトルは、 $\vec{P}_i$ ベクトルに隣接するメッシュの頂点の座標を示す。 $\vec{P}'_i$ ベクトルは演算が施された $\vec{P}_i$ ベクトルを示す。 $\vec{P}'_j$ ベクトルは演算が施された $\vec{P}_j$ ベクトルを示す。 $l_{ij}$ は初期メッシュにおける $\vec{P}_i$ ベクトル及び $\vec{P}_j$ ベクトルを結ぶ線分の長さを示す。 $\lambda$ は定数値を示す。

[0075] 図8は、初期メッシュの特徴頂点TP'を使用基準画像の対応する移動対象位置に移動させ、浮動頂点FP'に一定の高さ成分を付与した直後の使用基準画像に設定されたメッシュを示した図であり、(a)はZ方向視のメッシュを示し、(b)は斜め方向視のメッシュを示している。各浮動頂点FP'は、(b)に示すように、Z方向に一定の距離ずらされていることが分かる。また、各特徴頂点は、XY平面上に位置していることが分かる。そして、メッシュ設定部50は、各頂点に対し式(7)及び式(8)の演算を順次適用していく。

[0076] 図9は、図8に示す各頂点に対し、式(7)及び式(8)の演算を1回適用したときの使用基準画像に設定されたメッシュを示した図であり、(a)はZ方向視のメッシュを示し、(b)は斜め方向視のメッシュを示している。図9(b)に示すように各浮動頂点FP'は、図8(b)の場合に比べ、Z成分の値が少し小さくなっていること分かる。また、図9(a)に示すように各浮動頂点FP'は、図8(b)の場合に比べ、メッシュを構成するポリゴンの重なりが多少改善されていることが分かる。

[0077] 図10～図14は、図8に示す各浮動頂点FP'に対して、式(7)及び式(8)の演算をそれぞれ5回、10回、20回、30回、60回適用したときの使用基準画像に設定されたメッシュを示した図であり、図10～図14のいずれにおいても(a)はZ方向視のメッシュを示し、(b)は斜め方向視のメッシュを示している。図10(b)～図14(b)に示すように、各頂点に対して式(7)及び式(8)の演算を適用する回数を増加させると、各浮動頂点FP'の高さ成分の値が全体的に低くなっていき、図14(b)に示す式(5)の演算を60回適用したときのメッシュに至っては、各浮動頂点FP'の高さ成分がほぼ0になって

いることが分かる。また、これに伴い、図10(a)～図14(a)に示すように、式(7)及び式(8)の演算を適用する回数が増大するにつれてメッシュを構成するポリゴンの重なりが解消されていることが分かる。

- [0078] 高さを導入せずとも画像平面状において、長さ制約を満たすように、初期メッシュを変形させれば、ある程度、変形前のメッシュの頂点同士の位置関係をバランスよく保持した状態で顔領域にメッシュを設定することも可能である。
- [0079] しかしながら、高さを導入しない画像平面上において長さ制約のみを加味して、初期メッシュを変形させた場合、メッシュを構成するポリゴンの重なりが生じる可能性が高くなる。かかるポリゴンの重なりは、初期メッシュのサイズよりも顔領域のサイズが小さい場合に発生する。これは、実際の布を本来の大きさより小さく縮め、床に押し付けた場合に生じる皺に例えることができる。
- [0080] 図15は、メッシュを構成するポリゴンの重なりが生じている画像に対して、化粧要素画像を合成したときの一例を示す画面図である。図15の場合、口紅の輪郭K1が口の輪郭に沿った形状となっておらず、また、唇から口紅K2がはみ出していることが分かる。このようにメッシュを構成するポリゴンに重なりが生じると、顔の画像に対して化粧要素画像が不自然に合成されてしまう。
- [0081] そこで、頂点移動部54は、各頂点に高さ成分を与え、式(7)及び式(8)を用いて3次元的に浮動頂点の位置を算出することにより、使用基準画像に対し、メッシュが重なって設定されることを防止している。
- [0082] 図16は、使用基準画像の顔領域に設定されたメッシュを示した図である。図16に示すように、メッシュを構成するポリゴンの重なりが発生することなく、顔領域にバランスよくメッシュが設定されていることが分かる。また、顔、眉、眼、及び口の輪郭E1～E4上にメッシュの頂点が位置していることが分かる。
- [0083] 図3に示すステップS10において、動画像取得部41は、人物の顔の動画像を取得する。ステップS11において、フレーム画像抽出部42は、動画像取得部41によって取得された動画像から1枚のフレーム画像を抽出する。なお、フレーム画像抽出部42は、フレーム画像を1枚ずつ抽出してもよいし、所定のコマ間隔で間引いて抽出してもよい。

- [0084] 図4に示すステップS12において、基準位置検出部521は、ステップS5と同様にして、フレーム画像から眉間を検出する。図17は、フレーム画像の顔領域に設定されたメッシュを示した図面である。図17に示すフレーム画像は、図6に示す使用基準画像に対して顔の向きが変化していることが分かる。この場合、図17に示すように、眉間RPが検出される。
- [0085] ステップS13において、特徴点抽出部522は、ステップS6と同様にして、フレーム画像の顔領域に背景領域BC、髪領域HC、及び顔領域FCを抽出する。ステップS14において、特徴点抽出部522は、ステップS7と同様にして、フレーム画像の顔領域にエッジ抽出処理を実行し、顔、眉、眼、及び口の輪郭E1～E4を特定する(図17参照)。
- [0086] ステップS15において、特徴点抽出部522は、ステップS8と同様にして、特定した顔、眉、眼、及び口の輪郭E1～E4から特徴点TP(図17で省略)を抽出する。
- [0087] ステップS16において、頂点移動部54は、ステップS9と同様、初期メッシュの特徴頂点TP'をフレーム画像の特徴点TPに移動させる。この場合、図17に示すように、使用基準画像に対して顔の向きが変化した場合でも、ポリゴンの重なりが生じないよう顔領域にバランス良くメッシュが設定されていることが分かる。
- [0088] ステップS17において、座標計算部61は、使用基準画像に設定されたメッシュ及びフレーム画像に設定されたメッシュの対応する頂点同士の位置の差分を算出し、座標変換テーブルを作成し、座標変換テーブル記憶部62に記憶させる。この座標変換テーブルはフレーム画像毎に更新される。
- [0089] ステップS18において、化粧要素画像変形部63は、座標変換テーブルを参照し、正規化透明度レイヤー画像に含まれる化粧要素画像を変形させる。図18は、化粧要素画像が変形される様子を示した図面であり、(a)は変形前を示し、(b)は変形後を示している。図18(a)に示すように、化粧要素画像G1が描画されたポリゴンPR1が、(b)に示すように、ポリゴンPR2に変形され、それに伴って、化粧要素画像G1が化粧要素画像G2に変形される。
- [0090] 図4に示すステップS19において、色変換処理部32は、ステップS11で抽出されたフレーム画像と、色レイヤー作成部31によって作成された色レイヤーとに対し、式(3)

)一式(5)に示す色変換処理を施し、n枚の色変換レイヤー画像を作成する。作成されたn枚の色変換レイヤー画像は、色変換レイヤー画像記憶部33に記憶される。

- [0091] ステップS20において、合成部70は、フレーム画像と、色変換処理部32により作成された色変換レイヤー画像とを式(6)を用いて合成する。
- [0092] 次に、透明度正規化部22が透明度 $\alpha_i$ 及び透明度 $1-\alpha_i$ を正規化する理由について説明する。式(9)～式(11)は、アルファブレンディングの一般的な数式を示している。
- [0093] [数4]

$$\vec{C}_r = (1 - \alpha_1) \vec{C}_f + \alpha_1 \vec{C}_1 \quad \cdots \text{式(9)}$$

$$\begin{aligned} \vec{C}_r &= \{ (1 - \alpha_1) \vec{C}_f + \alpha_1 \vec{C}_1 \} (1 - \alpha_2) + \alpha_2 \vec{C}_2 \quad \cdots \text{式(10)} \\ &= (1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2) \vec{C}_f + \alpha_1 (1 - \alpha_2) \vec{C}_1 + \alpha_2 \vec{C}_2 \end{aligned}$$

$$\vec{C}_r = \left\{ \prod_{i=1}^n (1 - \alpha_i) \right\} \vec{C}_f + \sum_{i=1}^n \left[ \left\{ \alpha_i \prod_{j=i+1}^n (1 - \alpha_j) \right\} \vec{C}_j \right] \quad \cdots \text{式(11)}$$

但し、 $C_r$ ベクトルは合成後の各画素のR, G, B値を示す。 $C_f$ ベクトルは使用基準画像に含まれる顔画像の各画素のR, G, B値を示す。 $C_i$ ベクトルは第*i*(*i*=1～n)階層の色変換レイヤー画像の各画素のR, G, B値を示す。また、式(9)は、1枚の色変換レイヤー画像を顔画像に合成する場合を示し、式(10)は2枚の色変換レイヤー画像を顔画像に合成する場合を示し、式(11)はn枚の色変換レイヤー画像を顔画像に合成する場合を示している。式(11)に示すように色変換レイヤーの順番を入れ替えると、式(11)の第2項が入れ替えに応じて異なる値となってしまうため、 $C_r$ ベクトルの値が色変換レイヤーの順番に依存してしまう。

- [0094] そこで、本化粧シミュレーション装置は、色変換レイヤー画像の順序が入れ替えられても、 $C_r$ ベクトルの値が同一となるように、正規化透明度レイヤー画像の各画素の透明度 $\alpha_i$ 及び顔画像の各画素の透明度 $1 - \alpha_i$ を式(1)及び式(2)を用いて正規化して $\beta_i$ 及び $\gamma$ とする。そして、 $\beta_i$ を色変換レイヤー画像のアルファ値とし、 $\gamma$ を顔画

像のアルファ値とし、 $C_r$  ベクトルの値がレイヤーの順番に依存することを防止している。

。

- [0095] ステップS21において、表示部80は、合成部70により合成された画像を表示する。図19は、合成部70により合成された画像の一例を示した図面である。図19に示すように、図6に示す化粧要素画像ME1～ME4が、顔の変化に適合するように変形され、フレーム画像上に違和感なく表示されていることが分かる。なお、図6及び図17に示す化粧要素画像ME1～ME4は、一例にすぎず、他の化粧要素画像を含んでも良いし、いずれかの化粧要素画像を省略してもよい。
- [0096] 図4に示すステップS22において、フレーム画像抽出部42は、全フレーム画像の抽出が終了したか否かを判定し、全フレーム画像の抽出が終了している場合(ステップS22でYES)、処理が終了される。一方、ステップS22において、全フレーム画像の抽出が終了していない場合(ステップS22でNO)、次のフレーム画像を抽出し(ステップS23)、処理がステップS12に戻される。
- [0097] このように、本化粧シミュレーション装置によれば、ペントブレット等を操作することによりユーザにより予め作成された基準画像に含まれる化粧要素画像をフレーム画像に適合するように変形させ、フレーム画像上に表示させているため、ユーザは、ペントブレット等の操作装置を操作するというような簡略化された操作を行なうだけで、実際に化粧を塗布したような高品質な化粧シミュレーション画像を高速に得ることができる。また、レイヤー画像に基づいて、シミュレーションを実行しているため、基準画像から一部の化粧要素画像を削除する、又は、一部の化粧要素画像の色を変更するというような設定を容易に行なうことができる。
- [0098] さらに、透明度レイヤー画像の各画素の透明度及び顔画像の各画素の透明度を正規化しているため、レイヤーの順序に依存しないアルファブレンディングが可能となる。さらに、初期メッシュの長さ制約を満たし、かつ、メッシュを構成するポリゴンの重なりが生じないように、基準画像及びフレーム画像の顔領域にメッシュが設定されているため、化粧要素画像をフレーム画像上により違和感なく自然な状態で表示することができる。
- [0099] (基準位置検出部の詳細な構成)

次に、基準位置検出部511, 521の詳細な構成について説明する。図20は、基準位置検出部511, 521の詳細な構成を示すブロック図である。以下、基準位置検出部511, 521は同一であるため、基準位置検出部511のみ説明する。基準位置検出部511は、モフォロジ処理部101、解像度低下処理部102、相関値画像生成部103、移動部104、重畠部105、検出部106を備えている。

- [0100] モフォロジ処理部101は、フレーム画像に対し最大値フィルタによるフィルタ処理を施した後、最小値フィルタによるフィルタ処理を施し、得られた画像から対応するフレーム画像を差し引き、モフォロジ画像を生成する。ここで、最小値フィルタを用いたフィルタ処理は、注目画素と、注目画素を取り巻く8個の近傍画素において、最小の輝度を注目画素の輝度として採用する処理である。
- [0101] 解像度低下処理部102は、モフォロジ画像を所定行所定列の画素からなるブロックに区画し、各ブロックの画素データの平均値、中央値等の代表値を、各ブロックの輝度とする解像度低下処理を施し、モフォロジ画像の解像度を低下させる。
- [0102] 相関値画像生成部103は、解像度が低下されたモフォロジ画像に対し、左眼相関値フィルタを用いたフィルタ処理を施し、左眼ローカルパターン画像との相関を示す左眼相関値画像を生成する共に、解像度を低下する処理が施されたモフォロジ画像に対し、右眼相関値フィルタを用いたフィルタ処理を施し、右眼ローカルパターン画像との相関を示す右眼相関値画像を生成する。
- [0103] 移動部104は、左眼相関値画像において左眼を示す領域と、右眼相関値画像において右眼を示す領域とが眉間に移動されるように、左眼相関値画像と右眼相関値画像とを所定方向に所定距離移動させる。
- [0104] 重畠部105は、移動部104によって移動された右眼相関値画像と、左眼相関値画像とに対して、最大値フィルタを用いたフィルタ処理を実行した後、対応する画素の相関値を乗算することにより、右眼相関値画像と左眼相関値画像とを重畠し、1枚の合成画像とする。また、重畠部105は、合成画像に対して顔中心評価画像を乗算する。
- [0105] 検出部106は、合成画像において、輝度が所定の値より高い領域を検出し、当該領域の中心の座標を眉間として検出する。

## [0106] (基準位置検出部の動作)

次に、図21に示すフローチャートを用いて、基準位置検出部511の動作について説明する。なお、基準位置検出部521は、処理対象がフレーム画像である以外は、基準位置検出部511と同一の処理を行うものであるため、基準位置検出部521の説明は省略する。

ステップS201において、モフォロジ処理部101は、顔画像に対してモフォロジ処理を施す。この場合、図22に示すように、眼の輪郭、鼻筋、眉毛、唇等の顔の特徴部分を示す画像が顔画像から抽出される。なお、図22において、黒い部分は輝度が高いことを示し、白い部分は輝度が低いことを示している。また、図22は白黒の2値で表示されているが、実際には、濃淡画像である。

[0107] ステップS202において、解像度低下処理部102は、モフォロジ画像に対して解像度低下処理を施す。これにより、モフォロジ画像の解像度は、顔画像の解像度が縦×横=360×240であるのに対して、縦×横=30×20とされる。なお、このサイズは、1画素が瞳1個分の大きさになることを想定している。

[0108] ステップS203において、相関値画像生成部103は、解像度が低下された相関値画像に対し、左及び右眼相関値フィルタを用いたフィルタ処理を施し左眼相関値画像及び右眼相関値画像を生成する。図23は左及び右眼相関値フィルタを示した図面であり、(a)は左眼相関値フィルタを、(b)は右眼相関値フィルタを示している。(a)及び(b)を比較すれば分かるように、左及び右眼相関値フィルタは線対称の関係にある。また、左及び右眼相関値フィルタにおいてPが注目画素である。

[0109] 相関値画像生成部103は、解像度低下処理が施されたモフォロジ画像の各画素を注目画素とし、左及び右眼相関値フィルタを用いて、 $\text{Max}(P, Q) \times 5 - (A + B + C + D + E) \dots \text{式(1)}$ の演算を行い、各注目画素の相関値を求めることにより、左及び右眼相関値画像を生成する。このフィルタは、周囲に対して輝度が高い領域を検出するフィルタである。

[0110] 図24は、グローバルパターン画像と左及び右眼ローカルパターン画像とを示した図面であり、(a)はグローバルパターン画像を示し、(b)は左及び右眼ローカルパターン画像を示している。グローバルパターン画像GP及び左及び右眼ローカルパター

ン画像RP1, RP2において、ハッチングが施された四角形からなる領域M1, M2は、それぞれ左眼の瞳及び右眼の瞳に対応している。また、グローバルパターン画像GPに示すOは、グローバルパターン画像の中心を示し、眉間に対応している。また、左及び右眼ローカルパターン画像RP1, RP2に示すO1, O2は、左及び右眼の瞳の中心に対応している。

[0111] 図25は、顔画像の一例を示した図面であり、(a)は顔が傾いていない場合、(b)は顔が傾いている場合を示している。

[0112] ここで、グローバルパターン画像GPを基準画像とし、パターンマッチングにより、(a), (b)に示す顔画像から両眼を含む領域R1を検出し、検出した領域R1を基に、眉間を検出する処理を考える。(a)に示すように、顔が傾いていない場合は、領域R1を抽出することができるため、領域R1から眉間を検出することができる。しかし、(b)に示すように、顔が傾いている場合は、領域R1を検出することは困難であるため、眉間を検出することはできない。そこで、本画像処理装置は、グローバルパターン画像GPを左及び右眼ローカルパターン画像RP1, RP2に分け、両画像を個別に検出することにより、顔が傾いているフレーム画像に対しても眉間を検出することを可能としている。

[0113] なお、式(1)において $\text{MAX}(P, Q)$ の式にQが含まれているため、顔が傾いている場合における瞳の検出精度がさらに高められている。

[0114] 図26は左及び右眼相関値画像の一例を示した図面であり、(a)は左眼相関値画像を示し、(b)は右眼相関値画像を示している。(a)及び(b)において、色の濃さにより相関値が示され、色が濃いほど相関値が高い。(a)に示すように左眼相関値画像では、左眼に対応する領域R3の相関値が高く算出されていることが分かる。また、(b)に示すように右眼相関値画像では、右眼に対応する領域R4の相関値が高く算出されていることが分かる。

[0115] 図21に示すステップS204において、移動部104は、左眼相関値画像の各画素の座標に、図24で示す差分ベクトルD1を加えることにより、左眼相関値画像を差分ベクトルD1分、移動させると共に、右眼相関値画像の各画素の座標に図24で示す差分ベクトルD2を加えることにより、右眼相関値画像を差分ベクトルD2分移動させる。

なお、差分ベクトルD1は、グローバルパターン画像GPの中心Oと、領域M1の中心O1を始点とし、グローバルパターン画像GPの中心Oを終点とするベクトルであり、また、差分ベクトルD2は、領域M2の中心O2を始点とし、グローバルパターン画像GPの中心Oを終点とするベクトルである。ここで、差分ベクトルD1, D2は、グローバルパターン画像GPに対する左及び右眼ローカルパターン画像RP1, RP2の相対的な位置関係によって決定することができるため、差分ベクトルD1, D2は予め記憶装置に記憶されている。

- [0116] 図27は、移動部104によって移動された左及び右眼相関値画像を示す図面であり、(a)は左眼相関値画像を示し、(b)は右眼相関値画像を示している。(a)に示すように、左眼を示す領域R3が眉間に相当する位置に移動されていることが分かる。また、(b)に示すように、右眼を示す領域R4が眉間に相当する位置に移動されていることが分かる。
- [0117] 図21に示すステップS205において、重畠部105は、差分ベクトルD1移動された左眼相関値画像と差分ベクトルD2移動された右眼相関値画像とに対して最大値フィルタによるフィルタ処理を施す。図28は最大値フィルタによる処理結果を示す図面であり、(a)は最大値フィルタによるフィルタ処理を施された左眼相関値画像を示し、(b)は最大値フィルタによるフィルタ処理が施された右眼相関値画像を示している。図28(a)、(b)に示すように、図27(a)、(b)において、左及び右眼を示す領域R3, R4の範囲が大きくなり領域R5, R6とされ、左及び右眼を示す領域R3, R4がより確実に重なるようにされていることが分かる。
- [0118] 図21に示すステップS206において、重畠部105は、左及び右相関値画像の対応する画素の相関値を乗算して両画像を重畠し、1枚の合成画像を生成し、この合成画像に対し顔中心評価画像を乗算し(ステップS207)、合成画像中の眉間に相当する位置付近の相関値をより高くする処理を行う。これにより、左及び右眼を示す画像以外の画像との相関値の差が顕著に表れることとなる。
- [0119] 図29は、顔中心評価画像を示した図面である。図29に示すように、顔中心評価画像は、長軸が縦方向に平行に設定された楕円状の画像であり、色が濃くなるにつれて輝度が高くなっている。この楕円は、顔の形を想定しており、眉間に相当する位置

の輝度が最大であり、周囲から眉間に相当する位置に向かうにつれて輝度が高くなっている。図30は、顔中心評価画像によるフィルタ処理が施された合成画像を示した図面である。図30に示すように、左及び右眼に対応する画像以外の画像が除去されていることが分かる。

[0120] ステップS208において、検出部106は、顔中心評価画像によるフィルタ処理が施された合成画像において、相関値が所定の値よりも高い領域が存在するか否かを判定し、所定の値よりも大きい領域が存在する場合(ステップS208でYES)、検出した領域の中心の位置を眉間として検出する(ステップS209)。一方、相関値が所定の値よりも大きな領域を検出することができなかった場合(ステップS208でNO)、眉間は検出できなかったとして、処理が終了される。なお、検出部106は、相関値が高い領域を複数検出した場合、眉間は含まれていないとする、或いは輝度の平均値が最大の領域の中心を眉間とする。

[0121] このように、基準位置検出部512, 522によれば、左及び右相関値フィルタによるフィルタ処理により左及び右眼ローカルパターン画像RP1, RP2に対する相関を示す左及び右相関値画像が生成されている。これにより、グローバルパターン画像GP全体との相関を示す画像を生成する場合に比べて、顔画像が回転、拡大、縮小等の変形を起こしている場合であっても、高い相関を示す相関値画像を得ることができる。そして、両画像が差分ベクトルD1, D2移動され、最大値フィルタによるフィルタ処理が施され、重畠されている。これにより、顔画像が上記変形を起こしている場合であっても、眉間に相当する位置において高い相関を示す合成画像を得ることができる。そのため、眉間を高速、かつ、高精度に検出することができる。

[0122] (基準画像作成モード)

次に、基準画像作成モードについて説明する。図31は、基準画像作成モードにおける化粧シミュレーション装置の機能ブロック図である。基準画像作成モードにおける化粧シミュレーション装置は、基準画像記憶部11、静止画像取得部301、操作部302、レイヤー画像作成部303、透明度レイヤー画像作成部304、色レイヤー作成部305、透明度正規化部306、正規化透明度レイヤー画像記憶部307、色変換処理部308、色変換レイヤー画像記憶部309、合成部310、表示部311、及び基準画像作

成部312を備えている。

- [0123] 静止画像取得部301は、静止画カメラ11aから構成され、基準画像のモデルとなる人間の顔の静止画像を取得する。操作部302は、入力装置1から構成され、ユーザからの種々の操作指令を入力するために用いられる。
- [0124] レイヤー画像作成部303は、ユーザにより顔の静止画像上に1種類の化粧要素画像が描画される毎にその化粧要素画像を含む1枚のレイヤー画像を作成する。レイヤー画像は、上述したように、R, G, B値からなる色成分と各画素の透明度とから構成される。透明度は、レイヤー画像の静止画像に対する透明度を示す。
- [0125] 透明度レイヤー画像作成部304は、図2に示す透明度レイヤー画像作成部21と同様に、レイヤー画像の透明度を基に、レイヤー画像の各階層に対応する透明度レイヤー画像を作成する。色レイヤー作成部305は、色レイヤー作成部31と同様に、レイヤー画像の色成分を基に、レイヤー画像の各階層に対応する色レイヤーを作成する。
- [0126] 透明度正規化部306は、図2に示す透明度正規化部22と同様に、透明度レイヤー画像の各画素に対し、上記式(1)の演算を施し、正規化透明度レイヤー画像を作成するとともに、静止画像の各画素に対し式(2)の演算を施し、静止画像の各画素の透明度を正規化する。
- [0127] 正規化透明度レイヤー画像記憶部307は、RAM4から構成され、正規化透明度レイヤー画像及び正規化された顔画像の各画素の透明度を記憶する。色変換処理部308は、色変換処理部32と同様に、色レイヤーのR, G, B値及び静止画像の各画素のR, G, B値をそれぞれHSV表色系に変換した後、上記式(3)～式(5)に示す色変換処理を実行し、得られた画像をさらに、R, G, B表色系に変換することにより、レイヤー画像の各階層に対応する色変換レイヤー画像作成する。
- [0128] 色変換レイヤー画像記憶部309は、RAM4から構成され、色変換処理部308によって作成された色変換レイヤー画像を記憶する。
- [0129] 合成部310は、図2に示す合成部70と同様に、正規化透明度レイヤー画像の各画素の透明度を色変換レイヤー画像の各画素のアルファ値とし、色変換レイヤー画像と静止画像とをアルファブレンディングによって合成する。

- [0130] 表示部311は、表示装置6から構成され、合成部310によって合成された画像を表示する。基準画像作成部312は、レイヤー画像作成部303によって作成されたレイヤー画像と静止画像取得部301によって取得された静止画像とを、基準画像として、基準画像記憶部11に記憶させる。
- [0131] 次に、基準画像作成モードにおける化粧シミュレーション装置の動作について、図32に示すフローチャートを用いて説明する。まず、ステップS301において、静止画像取得部301は、基準画像のモデルとなる人間の顔の静止画像を取得する。この場合、例えば、図6に示すような人間の顔の静止画像が取得される。
- [0132] ステップS302において、レイヤー画像作成部303は、操作部302を介して、ユーザによる化粧要素画像の描画入力を受け付け、ステップS303において、1種類の化粧要素画像の描画入力を受け付ける毎に、各化粧要素画像を含むレイヤー画像を作成する。
- [0133] この場合、レイヤー画像作成部303は、静止画像取得部301によって取得された静止画像を表示部311に表示させ、表示された静止画像上に化粧要素画像をペンタブレット等を用いて描画された化粧要素画を受け付ける。受け付けられた化粧要素画像は、表示部311に表示される。また、1種類の化粧要素画像の入力が終了したか否かの判断はユーザの指示によって行なわれる。
- [0134] この段階において、表示部311には、透明度と、単色の色成分とによって表された化粧要素画像が、静止画像上に単に重ねて合わされた画像が表示されており、化粧要素画像が違和感のある不自然な状態で表示されている。
- [0135] ステップS304において、ユーザによりステップS303で作成されたレイヤー画像を静止画像に合成する指示が入力されると(ステップS304でYES)、処理がステップS306に進められる。一方、ステップS304において、レイヤー画像を静止画像に合成する指示が入力されない場合は(ステップS304でNO)、処理がステップS305に進められる。
- [0136] ステップS305において、ユーザにより基準作成モードの終了の指示がされた場合(ステップS305でYES)、処理が終了される。一方、ステップS305において、ユーザにより基準作成モードの終了の指示がされなかった場合(ステップS305でNO)、処

理がステップS302に戻される。

- [0137] ステップS306において、透明度レイヤー画像作成部304は、レイヤー画像の透明度を基に、レイヤー画像の各階層に対応する透明度レイヤー画像を作成する。ステップS307において、色レイヤー作成部305は、レイヤー画像の色成分を基に、レイヤー画像の各階層に対応する色レイヤーを作成する。
- [0138] ステップS308において、透明度正規化部306は、透明度レイヤー画像の各画素の透明度を正規化し、正規化透明度レイヤー画像を作成し、正規化透明度レイヤー画像記憶部307に記憶させるとともに、静止画像の各画素の透明度を正規化し、正規化透明度レイヤー画像記憶部307に記憶させる。
- [0139] ステップS309において、色変換処理部308は、色レイヤーと静止画像とを基に、レイヤー画像の各階層に対応する色変換レイヤー画像を作成し、色変換レイヤー画像記憶部309に記憶させる。
- [0140] ステップS310において、合成部310は、静止画像と、色変換レイヤー画像とをアルファブレンディングにより合成させる。ステップS311において、表示部311は、合成部310によって合成された画像を表示する。この場合、ステップS302の段階で、静止画像上に違和感なく不自然な状態で表示されていた化粧要素画像が違和感のない自然な状態で静止画像上に表示されることとなる。
- [0141] ステップS312において、ユーザにより基準画像の作成指示がされると(ステップS312でYES)、ステップS313に進み、基準画像作成部312は、レイヤー画像作成部303によって作成されたレイヤー画像と静止画像取得部301によって取得された静止画像とを合成して基準画像を作成し、基準画像記憶部11に記憶させ、基準画像作成モードを終了させる。
- [0142] 一方、ステップS312において、ユーザにより基準画像の作成指示がされない場合(ステップS312でNO)、処理がステップS302に戻される。
- [0143] なお、本発明は、以下の態様を採用してもよい。
- [0144] (1) 上記実施の形態では、化粧シミュレーションプログラムをコンピュータにインストールすることにより、コンピュータを化粧シミュレーション装置として機能させていたが、これに限定されず、専用のハードウェア回路を用いて、化粧シミュレーション装置を

構成してもよい。

[0145] (2) 上記実施の形態では、レイヤー画像は、1種類の化粧要素画像を含むものとしたが、これに限定されず、色成分が一致する複数の化粧要素画像を含ませても良い。

[0146] (3) 上記実施の形態では、静止画像を静止画カメラ11aで取得していたが、これに限定されず、動画カメラにより撮影された動画像の1枚のフレーム画像を静止画像として取得してもよい。これにより、静止画カメラ11aが不要となる。

[0147] (まとめ)

(1) n(nは正の整数)枚のレイヤー画像と1枚の顔画像とから構成される基準画像を用いてコンピュータに化粧シミュレーションを実行させる化粧シミュレーションプログラムであって、前記基準画像は操作装置を介して入力されたユーザからの描画指令に基づいて予め作成されたものであり、前記n枚のレイヤー画像は、各々同一色からなる少なくとも1つの化粧要素画像を含み、前記n枚のレイヤー画像の各々に対し、各レイヤー画像の各画素に設定された透明度を基に、前記n枚のレイヤー画像の各々に対応するn枚の第1の画像を作成する第1の画像作成手段、シミュレーション対象となる人物の顔を含むシミュレーション対象画像を取得する対象画像取得手段、前記基準画像に含まれる顔領域にメッシュを設定すると共に、前記シミュレーション対象画像に含まれる顔領域にメッシュを設定するメッシュ設定手段、前記基準画像及び前記シミュレーション対象画像の各々に設定されたメッシュの対応する頂点の位置の差分を算出し、算出した差分に基づいて、前記n枚の第1の画像の各々に含まれる化粧要素画像を、前記シミュレーション対象画像に含まれる顔領域に適合するように変形させる変形手段、前記シミュレーション対象画像に対して前記n枚のレイヤー画像の色成分を用いた所定の色変換処理を実行することにより、前記n枚のレイヤー画像の各々に対応するn枚の第2の画像を作成する第2の画像作成手段、前記n枚の第1の画像を基に、前記n枚の第2の画像及び前記シミュレーション対象画像の各々の透明度を決定し、決定した透明度を用いて、前記シミュレーション対象画像と前記n枚の第2の画像とを合成する合成手段としてコンピュータを機能させることを特徴とする。

[0148] この構成によれば、ユーザは、簡便な操作により高品質な化粧が仮想的に施された化粧シミュレーション画像を高速に得ることができる。また、仮想的に化粧が施されたシミュレーション対象画像から一部の化粧要素画像を削除する、又は、一部の化粧要素画像の色を変更するというような変更を容易に行なうことができる。

[0149] (2) また、前記第1の画像作成手段は、前記レイヤー画像に設定された各画素の透明度を基に、透明度レイヤー画像を作成し、作成した透明度レイヤー画像の各画素の透明度を正規化し、得られた画像を前記第1の画像とし、前記合成手段は、アルファブレンディングにより、前記シミュレーション対象画像及び前記2の画像を合成することが好ましい。

[0150] この構成によれば、透明度レイヤー画像の各画素の透明度が正規化されているため、合成手段は、レイヤー画像の順序が入れ替わっても、同一の画像を生成することができる。

[0151] (3) 前記第2の画像作成手段は、各レイヤー画像の色成分及び前記シミュレーション対象画像の各々の色成分をRGB表色系からHSV表色系に変換し、変換した両色成分に対して式(A)～式(C)に示す色変換処理を実行し、得られた画像をHSV表色系からRGB表色系に変換し、前記第2の画像を作成することが好ましい。

$$H_r = H_c \quad \cdots \text{式(A)}$$

$$S_r = 0.8 \times S_f + 0.2 \times S_c \quad \cdots \text{式(B)}$$

$$V_r = 0.8 \times V_f + 0.2 \times V_c \quad \cdots \text{式(C)}$$

但し、 $H_r$ 、 $S_r$ 、 $V_r$  はレイヤー画像の色成分のHSV値を示し、 $S_f$ 、 $V_f$  はシミュレーション対象画像の各画素のHSV値を示し、 $H_c$ 、 $S_c$ 、 $V_c$  は第2の画像の各画素のHSV値を示している。

[0152] この構成によれば、シミュレーション対象画像の明度・彩度をある程度維持したまま、化粧要素画像の色相を変更することができるため、化粧要素画像をシミュレーション対象画像上に自然な状態で表すことができる。

[0153] (4) 前記メッシュ設定手段は、顔の特徴的な位置に設定された特徴頂点と、他の浮動頂点とから各頂点が構成される初期メッシュを記憶する初期メッシュ記憶手段と、前記シミュレーション対象画像及び前記基準画像の各々に含まれる顔領域か

ら所定の基準位置を検出する基準位置検出手段と、前記基準位置検出手段により検出された基準位置を基に、前記シミュレーション対象画像及び前記基準画像の各々から前記特徴頂点に対応する特徴点を抽出する特徴点抽出手段と、前記特徴頂点を、前記特徴点抽出手段により抽出された対応する特徴点に移動させると共に、前記浮動頂点を、当該初期メッシュの各頂点間の距離が保持されるように移動させる頂点移動手段とを備えることが好ましい。

- [0154] この構成によれば、初期メッシュの頂点同士の位置関係がバランスよく保持された状態で、基準画像及びシミュレーション対象画像にメッシュを設定することができる。(5)前記特徴点移動手段は、前記初期メッシュの各頂点を、画像面と直交する高さ成分が付与された3次元データとし、前記浮動頂点には、一定の高さ成分を付与し、前記特徴頂点は、前記画像面上に位置させ、前記各頂点に対し、式(D)及び式(E)で示す演算を所定回数適用することにより前記浮動頂点を移動させることが好ましい。

- [0155] [数5]

$$\vec{P}'_i = \vec{P}_i - \lambda ( | \vec{P}_i - \vec{P}_j | - l_{ij} ) (\vec{P}_i - \vec{P}_j) \quad \cdots \text{式(D)}$$

$$\vec{P}'_j = \vec{P}_j + \lambda ( | \vec{P}_i - \vec{P}_j | - l_{ij} ) (\vec{P}_i - \vec{P}_j) \quad \cdots \text{式(E)}$$

但し、 $\vec{P}_i$ ベクトルは、メッシュの頂点の座標を示し、 $\vec{P}_j$ ベクトルは、 $\vec{P}_i$ ベクトルに隣接するメッシュの頂点の座標を示し、 $\vec{P}'_i$ ベクトルは演算が施された $\vec{P}_i$ ベクトルを示し、 $\vec{P}'_j$ ベクトルは演算が施された $\vec{P}_j$ ベクトルを示し、 $l_{ij}$ は $\vec{P}_i$ ベクトル及び $\vec{P}_j$ ベクトルを結ぶ線分の長さを示し、 $\lambda$ は定数値を示している。

- [0156] この構成によれば、初期メッシュの各頂点間の距離を保持しつつ、メッシュを構成するポリゴンの重なりの発生を防止することができる。

- [0157] (6)前記基準位置検出手段は、左右の眼及び眉間を含む領域からなる眼領域画像を構成する左眼断片画像及び右眼断片画像を用いて、前記基準画像及び前記シミュレーション対象画像の各々の眉間を前記基準位置として検出するものであり、左眼断片画像と顔との相関を示す左眼相関値画像を生成すると共に、右眼断片画像と

顔との相関を示す右眼相関値画像を生成する相関値画像生成手段と、前記眼領域画像に対する左眼断片画像及び右眼断片画像の相対的な位置関係を基に、前記左眼相関値画像内の高い相関を示す領域と前記右眼相関値画像内の高い相関を示す領域とが眉間で重なるように、左眼及び右眼相関値画像を移動させる相関値画像移動手段と、前記相関値画像移動手段により移動された左眼及び右眼相関値画像を重畳する相関値画像重畳手段と、前記相関値画像重畳手段により重畳された左眼及び右眼相関値画像において、所定の値より相関値が高い領域を検出することにより、眉間を検出する眉間検出手段とを備えることが好ましい。

[0158] この構成によれば、眼領域画像を構成する左眼断片画像と顔画像との相関を示す左眼相関値画像が生成されると共に、右眼断片画像と顔画像との相関を示す右眼相関値画像が生成される。ここで、眼領域画像を用いるのではなく、眼領域画像の断片画像である左眼及び右眼断片画像を用いて左眼及び右眼相関値画像が生成されているため、顔領域が眼領域画像に対して回転、拡大等の変形を起こしている場合、左眼及び右眼相関値画像は、眼領域画像と顔画像との相関値画像に比べて高い相関を示す画像となる。

[0159] そして、左眼及び右眼相関値画像の各々の高い相関を示す領域が眉間で重なるように移動され、左眼及び右眼相関値画像が重畳される。そして、重畳された両相関値画像において、所定の値よりも相関値が高い領域が検出され、眉間が検出されている。

[0160] ここで、左眼及び右眼断片画像の各々が、左眼及び右眼を検出している場合、両相関値画像は高い相関を示すため、相関値の高い領域が重なるように各相関値画像を移動させて重畳すると、重畳された画像は更に高い相関を示すこととなる。

[0161] 一方、左眼及び右眼断片画像の各々が、左眼及び右眼を検出していない場合、左眼或いは右眼相関値画像は高い相関を示さないため、左眼及び右眼相関値画像を重畳した画像は高い相関を示さないこととなる。

[0162] そのため、左眼及び右眼相関値画像を重畳することで得られた画像から高い相関を示す領域を検出すれば、眉間を検出することが可能となる。したがって、眼領域画像に対して、顔画像が拡大、縮小、回転等されていても、高精度に眉間を検出するこ

とができる。さらに、特開2003-216931号公報記載の発明のように2度に亘って相関を算出するというような複雑な処理が行なわれていないため、眉間を高速に検出することができる。

- [0163] (7) 前記相関値画像生成手段は、前記顔画像に対してモフォロジ処理を施し、前記左眼及び右眼相関値画像を生成することが好ましい。
- [0164] この構成によれば、周囲に対して輝度が低い画像を強調させるモフォロジ処理が顔画像に対して施され、左眼及び右眼の画像が強調され、モフォロジ処理が施された顔画像から左眼及び右眼相関値画像が生成されているため、左眼及び右眼断片画像と顔画像との相関をより正確に示す相関値画像を得ることができる。
- [0165] (8) 前記相関値画像生成手段は、前記モフォロジ処理を施した画像に対し、更に解像度を低下させる処理を施し、前記相関値画像を生成することが好ましい。
- [0166] この構成によれば、モフォロジ処理が施された顔画像に対し、更に解像度を低下させる処理が施されているため、左眼及び右眼相関値画像を高速に生成することができるとともに、後の処理を簡略化することができる。
- [0167] (9) 前記相関値画像重畳手段は、前記相関値画像移動手段により移動された左眼及び右眼相関値画像の対応する画素データを乗算することにより両相関値画像を重畳することが好ましい。
- [0168] この構成によれば、左眼及び右眼相関値画像の対応する画素データが乗算され、左眼及び右眼相関値画像が重畳されているため、相関の高い領域と相関の低い領域との差をより顕著に示す左眼及び右眼相関値画像を得ることができ、検出精度を高めることができる。
- [0169] (10) 前記相関値画像重畳手段は、前記相関値画像移動手段により移動された左眼及び右眼相関値画像に対し、高い相関を示す領域を拡大する処理を施し、前記左眼及び右眼相関値画像を重畳することが好ましい。
- [0170] この構成によれば、左眼及び右眼相関値画像に対して高い相関を示す領域を拡大する処理が施され、両相関値画像が重畳されているため、左眼及び右眼断片画像が小さく設定されている場合や、眼領域画像に対して右眼及び左眼が大きく変形している場合であっても、高い相関を示す領域をより精度よく重畳させることができる

- 。
- [0171] (11) 前記相関値画像重畠手段は、前記相関値画像移動手段により移動された前記左眼及び右眼相関値画像に対し、高い相関を示す領域の相関値を更に高くする処理を行なうことが好ましい。
- [0172] この構成によれば、眉間付近の相関値を高くする処理が行なわれるため、左眼及び右眼に対する領域と他の領域との相関値の差が顕著となり、眉間をより正確に検出することができる。
- [0173] (12) 前記シミュレーション対象画像は、動画像中の各フレーム画像であることが好ましい。
- [0174] この構成によれば、動画像に対して化粧シミュレーションを実行することができる。
- [0175] (13) 本発明による化粧シミュレーション装置は、n(nは正の整数)枚のレイヤー画像と1枚の顔画像とから構成される基準画像を用いて化粧シミュレーションを実行する化粧シミュレーション装置であって、前記基準画像は操作装置を介して入力されたユーザからの描画指令に基づいて予め作成されたものであり、前記n枚のレイヤー画像は、各々同一色からなる少なくとも1つの化粧要素画像を含み、前記n枚のレイヤー画像の各々に対し、各レイヤー画像の各画素に設定された透明度を基に、前記n枚のレイヤー画像の各々に対応するn枚の第1の画像を作成する第1の画像作成手段と、シミュレーション対象となる人物の顔を含むシミュレーション対象画像を取得する対象画像取得手段と、前記基準画像に含まれる顔領域にメッシュを設定すると共に、前記シミュレーション対象画像に含まれる顔領域にメッシュを設定するメッシュ設定手段と、前記基準画像及び前記シミュレーション対象画像の各々に設定されたメッシュの対応する頂点の位置の差分を算出し、算出した差分に基づいて、前記n枚の第1の画像の各々に含まれる化粧要素画像を、前記シミュレーション対象画像に含まれる顔領域に適合するように変形させる変形手段と、前記シミュレーション対象画像に対して前記n枚のレイヤー画像の色成分を用いた所定の色変換処理を実行することにより、前記n枚のレイヤー画像の各々に対応するn枚の第2の画像を作成する第2の画像作成手段と、前記n枚の第1の画像を基に、前記n枚の第2の画像及び前記シミュレーション対象画像の各々の透明度を決定し、決定した透明度を用いて、前

記シミュレーション対象画像と前記n枚の第2の画像とを合成する合成手段とを備えることを特徴とする。

[0176] この構成によれば、ユーザは、簡便な操作により高品質な化粧が仮想的に施された化粧シミュレーション画像を高速に得ることができる。また、仮想的に化粧が施されたシミュレーション対象画像から一部の化粧要素画像を削除する、又は、一部の化粧要素画像の色を変更するというような変更を容易に行なうことができる。

[0177] (14) 本発明にかかる化粧シミュレーション方法は、n(nは正の整数)枚のレイヤー画像と1枚の顔画像とから構成される基準画像を用いてコンピュータに化粧シミュレーションを実行させる化粧シミュレーション方法であって、前記基準画像は操作装置を介して入力されたユーザからの描画指令に基づいて予め作成されたものであり、前記n枚のレイヤー画像は、各々同一色からなる少なくとも1つの化粧要素画像を含み、前記コンピュータは、第1の画像作成手段、対象画像取得手段、メッシュ設定手段、変形手段、第2の画像作成手段、及び合成手段を備え、前記第1の画像作成手段が、前記n枚のレイヤー画像の各々に対し、各レイヤー画像の各画素に設定された透明度を基に、前記n枚のレイヤー画像の各々に対応するn枚の第1の画像を作成するステップと、前記対象画像取得手段が、シミュレーション対象となる人物の顔を含むシミュレーション対象画像を取得するステップと、メッシュ設定手段が、前記基準画像に含まれる顔領域にメッシュを設定すると共に、前記シミュレーション対象画像に含まれる顔領域にメッシュを設定するステップと、前記変形手段が、前記基準画像及び前記シミュレーション対象画像の各々に設定されたメッシュの対応する頂点の位置の差分を算出し、算出した差分に基づいて、前記n枚の第1の画像の各々に含まれる化粧要素画像を、前記シミュレーション対象画像に含まれるの顔領域に適合するように変形させるステップと、前記第2の画像作成手段が、前記シミュレーション対象画像に対して前記n枚のレイヤー画像の色成分を用いた所定の色変換処理を実行することにより、前記n枚のレイヤー画像の各々に対応するn枚の第2の画像を作成するステップと、前記合成手段が、前記n枚の第1の画像を基に、前記n枚の第2の画像及び前記シミュレーション対象画像の各々の透明度を決定し、決定した透明度を用いて、前記シミュレーション対象画像と前記n枚の第2の画像とを合成するステッ

プとを備えることを特徴とする。

[0178] この構成によれば、ユーザは、簡便な操作により高品質な化粧が仮想的に施された化粧シミュレーション画像を高速に得ることができる。また、仮想的に化粧が施されたシミュレーション対象画像から一部の化粧要素画像を削除する、又は、一部の化粧要素画像の色を変更するというような変更を容易に行なうことができる。

## 請求の範囲

[1] n(nは正の整数)枚のレイヤー画像と1枚の顔画像とから構成される基準画像を用いてコンピュータに化粧シミュレーションを実行させる化粧シミュレーションプログラムであって、

前記基準画像は操作装置を介して入力されたユーザからの描画指令に基づいて予め作成されたものであり、

前記n枚のレイヤー画像は、各々同一色からなる少なくとも1つの化粧要素画像を含み、

前記n枚のレイヤー画像の各々に対し、各レイヤー画像の各画素に設定された透明度を基に、前記n枚のレイヤー画像の各々に対応するn枚の第1の画像を作成する第1の画像作成手段、

シミュレーション対象となる人物の顔を含むシミュレーション対象画像を取得する対象画像取得手段、

前記基準画像に含まれる顔領域にメッシュを設定すると共に、前記シミュレーション対象画像に含まれる顔領域にメッシュを設定するメッシュ設定手段、

前記基準画像及び前記シミュレーション対象画像の各々に設定されたメッシュの対応する頂点の位置の差分を算出し、算出した差分に基づいて、前記n枚の第1の画像の各々に含まれる化粧要素画像を、前記シミュレーション対象画像に含まれるの顔領域に適合するように変形させる変形手段、

前記シミュレーション対象画像に対して前記n枚のレイヤー画像の色成分を用いた所定の色変換処理を実行することにより、前記n枚のレイヤー画像の各々に対応するn枚の第2の画像を作成する第2の画像作成手段、

前記n枚の第1の画像を基に、前記n枚の第2の画像及び前記シミュレーション対象画像の各々の透明度を決定し、決定した透明度を用いて、前記シミュレーション対象画像と前記n枚の第2の画像とを合成する合成手段としてコンピュータを機能させることを特徴とする化粧シミュレーションプログラム。

[2] 前記第1の画像作成手段は、前記レイヤー画像に設定された各画素の透明度を基に、透明度レイヤー画像を作成し、作成した透明度レイヤー画像の各画素の透明度

を正規化し、得られた画像を前記第1の画像とし、

前記合成手段は、アルファブレンディングにより、前記シミュレーション対象画像及び前記2の画像を合成することを特徴とする請求項1記載の化粧シミュレーションプログラム。

- [3] 前記第2の画像作成手段は、各レイヤー画像の色成分及び前記シミュレーション対象画像の各々の色成分をRGB表色系からHSV表色系に変換し、変換した両色成分に対して式(A)～式(C)に示す色変換処理を実行し、得られた画像をHSV表色系からRGB表色系に変換し、前記第2の画像を作成することを特徴とする請求項2記載の化粧シミュレーションプログラム。

$$H_r = H_c \quad \cdots \text{式(A)}$$

$$S_r = 0.8 \times S_f + 0.2 \times S_c \quad \cdots \text{式(B)}$$

$$V_r = 0.8 \times V_f + 0.2 \times V_c \quad \cdots \text{式(C)}$$

但し、 $H_c$ 、 $S_c$ 、 $V_c$ はレイヤー画像の色成分のHSV値を示し、 $S_f$ 、 $V_f$ はシミュレーション対象画像の各画素のHSV値を示し、 $H_r$ 、 $S_r$ 、 $V_r$ は第2の画像の各画素のHSV値を示している。

- [4] 前記メッシュ設定手段は、  
顔の特徴的な位置に設定された特徴頂点と、その他の浮動頂点とから各頂点が構成される初期メッシュを記憶する初期メッシュ記憶手段と、  
前記シミュレーション対象画像及び前記基準画像の各々に含まれる顔領域から所定の基準位置を検出する基準位置検出手段と、  
前記基準位置検出手段により検出された基準位置を基に、前記シミュレーション対象画像及び前記基準画像の各々から前記特徴頂点に対応する特徴点を抽出する特徴点抽出手段と、  
前記特徴頂点を、前記特徴点抽出手段により抽出された対応する特徴点に移動させると共に、前記浮動頂点を、当該初期メッシュの各頂点間の距離が保持されるよう移動させる頂点移動手段とを備えることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の化粧シミュレーションプログラム。

- [5] 前記頂点移動手段は、前記初期メッシュの各頂点を、画像面と直交する高さ成分

が付与された3次元データとし、前記浮動頂点には、一定の高さ成分を付与し、前記特徴頂点は、前記画像面上に位置させ、前記各頂点に対し、式(D)及び式(E)で示す演算を所定回数適用することにより前記浮動頂点を移動させることを特徴とする請求項4記載の化粧シミュレーションプログラム。

[数1]

$$\vec{P}'_i = \vec{P}_i - \lambda ( | \vec{P}_i - \vec{P}_j | - l_{ij} ) (\vec{P}_i - \vec{P}_j) \quad \cdots \text{式(D)}$$

$$\vec{P}'_j = \vec{P}_j + \lambda ( | \vec{P}_i - \vec{P}_j | - l_{ij} ) (\vec{P}_i - \vec{P}_j) \quad \cdots \text{式(E)}$$

但し、 $\vec{P}_i$ ベクトルは、メッシュの頂点の座標を示し、 $\vec{P}_j$ ベクトルは、 $\vec{P}_i$ ベクトルに隣接するメッシュの頂点の座標を示し、 $\vec{P}'_i$ ベクトルは演算が施された $\vec{P}_i$ ベクトルを示し、 $\vec{P}'_j$ ベクトルは演算が施された $\vec{P}_j$ ベクトルを示し、 $l_{ij}$ は $\vec{P}_i$ ベクトル及び $\vec{P}_j$ ベクトルを結ぶ線分の長さを示し、 $\lambda$ は定数値を示している。

[6] 前記基準位置検出手段は、

左右の眼及び眉間を含む領域からなる眼領域画像を構成する左眼断片画像及び右眼断片画像を用いて、前記基準画像及び前記シミュレーション対象画像の各々の眉間を前記基準位置として検出するものであり、

左眼断片画像と顔との相関を示す左眼相関値画像を生成すると共に、右眼断片画像と顔との相関を示す右眼相関値画像を生成する相関値画像生成手段と、

前記眼領域画像に対する左眼断片画像及び右眼断片画像の相対的な位置関係を基に、前記左眼相関値画像内の高い相関を示す領域と前記右眼相関値画像内の高い相関を示す領域とが眉間で重なるように、左眼及び右眼相関値画像を移動させる相関値画像移動手段と、

前記相関値画像移動手段により移動された左眼及び右眼相関値画像を重畳する相関値画像重畳手段と、

前記相関値画像重畳手段により重畳された左眼及び右眼相関値画像において、所定の値より相関値が高い領域を検出することにより、眉間を検出する眉間検出手段とを備えることを特徴とする請求項4記載の化粧シミュレーションプログラム。

- [7] 前記相関値画像生成手段は、前記顔画像に対してモフォロジ処理を施し、前記左眼及び右眼相関値画像を生成することを特徴とする請求項6記載の化粧シミュレーションプログラム。
- [8] 前記相関値画像生成手段は、前記モフォロジ処理を施した画像に対し、更に解像度を低下させる処理を施し、前記相関値画像を生成することを特徴とする請求項7記載の化粧シミュレーションプログラム。
- [9] 前記相関値画像重畳手段は、前記相関値画像移動手段により移動された左眼及び右眼相関値画像の対応する画素データを乗算することにより両相関値画像を重畳することを特徴とする請求項6記載の化粧シミュレーションプログラム。
- [10] 前記相関値画像重畳手段は、前記相関値画像移動手段により移動された左眼及び右眼相関値画像に対し、高い相関を示す領域を拡大する処理を施し、前記左眼及び右眼相関値画像を重畳することを特徴とする請求項9記載の化粧シミュレーションプログラム。
- [11] 前記相関値画像重畳手段は、前記相関値画像移動手段により移動された前記左眼及び右眼相関値画像に対し、高い相関を示す領域の相関値を更に高くする処理を行なうことを特徴とする請求項10記載の化粧シミュレーションプログラム。
- [12] 前記シミュレーション対象画像は、動画像中の各フレーム画像であることを特徴とする請求項1記載の化粧シミュレーションプログラム。
- [13] n(nは正の整数)枚のレイヤー画像と1枚の顔画像とから構成される基準画像を用いて化粧シミュレーションを実行する化粧シミュレーション装置であって、  
前記基準画像は操作装置を介して入力されたユーザからの描画指令に基づいて予め作成されたものであり、  
前記n枚のレイヤー画像は、各々同一色からなる少なくとも1つの化粧要素画像を含み、  
前記n枚のレイヤー画像の各々に対し、各レイヤー画像の各画素に設定された透明度を基に、前記n枚のレイヤー画像の各々に対応するn枚の第1の画像を作成する第1の画像作成手段と、  
シミュレーション対象となる人物の顔を含むシミュレーション対象画像を取得する対

象画像取得手段と、

前記基準画像に含まれる顔領域にメッシュを設定すると共に、前記シミュレーション対象画像に含まれる顔領域にメッシュを設定するメッシュ設定手段と、

前記基準画像及び前記シミュレーション対象画像の各々に設定されたメッシュの対応する頂点の位置の差分を算出し、算出した差分に基づいて、前記n枚の第1の画像の各々に含まれる化粧要素画像を、前記シミュレーション対象画像に含まれるの顔領域に適合するように変形させる変形手段と、

前記シミュレーション対象画像に対して前記n枚のレイヤー画像の色成分を用いた所定の色変換処理を実行することにより、前記n枚のレイヤー画像の各々に対応するn枚の第2の画像を作成する第2の画像作成手段と、

前記n枚の第1の画像を基に、前記n枚の第2の画像及び前記シミュレーション対象画像の各々の透明度を決定し、決定した透明度を用いて、前記シミュレーション対象画像と前記n枚の第2の画像とを合成する合成手段とを備えることを特徴とする化粧シミュレーション装置。

[14] n(nは正の整数)枚のレイヤー画像と1枚の顔画像とから構成される基準画像を用いてコンピュータに化粧シミュレーションを実行させる化粧シミュレーション方法であつて、

前記基準画像は操作装置を介して入力されたユーザからの描画指令に基づいて予め作成されたものであり、

前記n枚のレイヤー画像は、各々同一色からなる少なくとも1つの化粧要素画像を含み、

前記コンピュータは、第1の画像作成手段、対象画像取得手段、メッシュ設定手段、変形手段、第2の画像作成手段、及び合成手段を備え、

前記第1の画像作成手段が、前記n枚のレイヤー画像の各々に対し、各レイヤー画像の各画素に設定された透明度を基に、前記n枚のレイヤー画像の各々に対応するn枚の第1の画像を作成するステップと、

前記対象画像取得手段が、シミュレーション対象となる人物の顔を含むシミュレーション対象画像を取得するステップと、

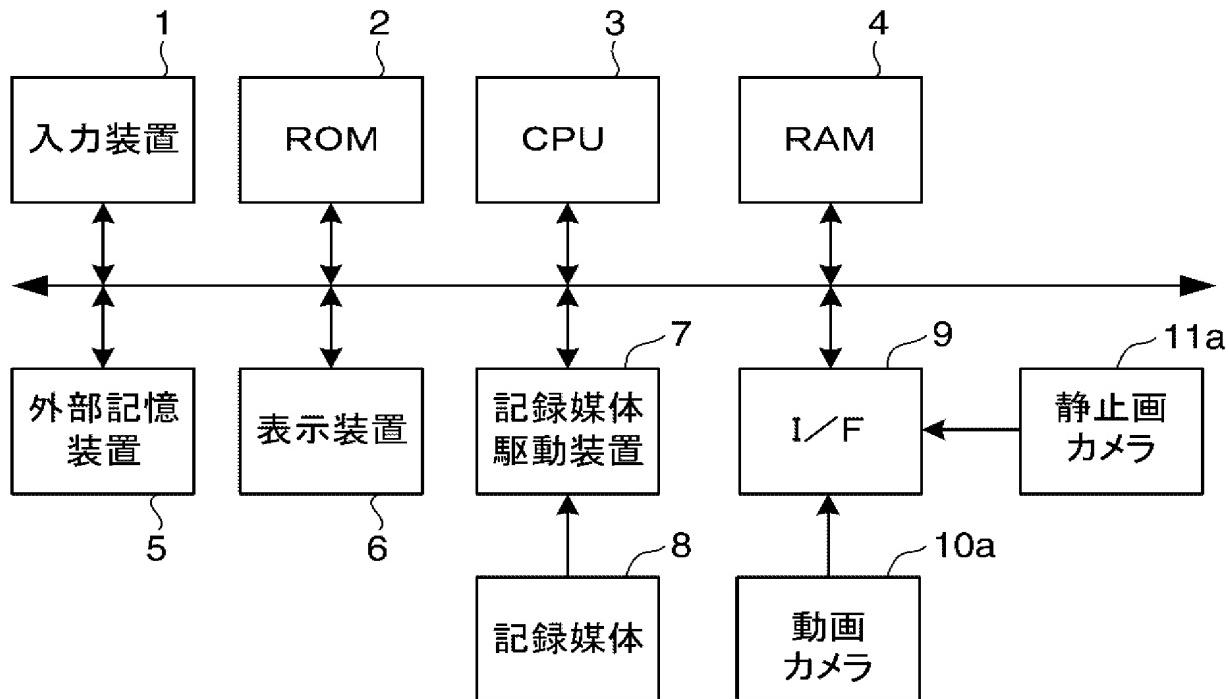
前記メッシュ設定手段が、前記基準画像に含まれる顔領域にメッシュを設定すると共に、前記シミュレーション対象画像に含まれる顔領域にメッシュを設定するステップと、

前記変形手段が、前記基準画像及び前記シミュレーション対象画像の各々に設定されたメッシュの対応する頂点の位置の差分を算出し、算出した差分に基づいて、前記n枚の第1の画像の各々に含まれる化粧要素画像を、前記シミュレーション対象画像に含まれるの顔領域に適合するように変形させるステップと、

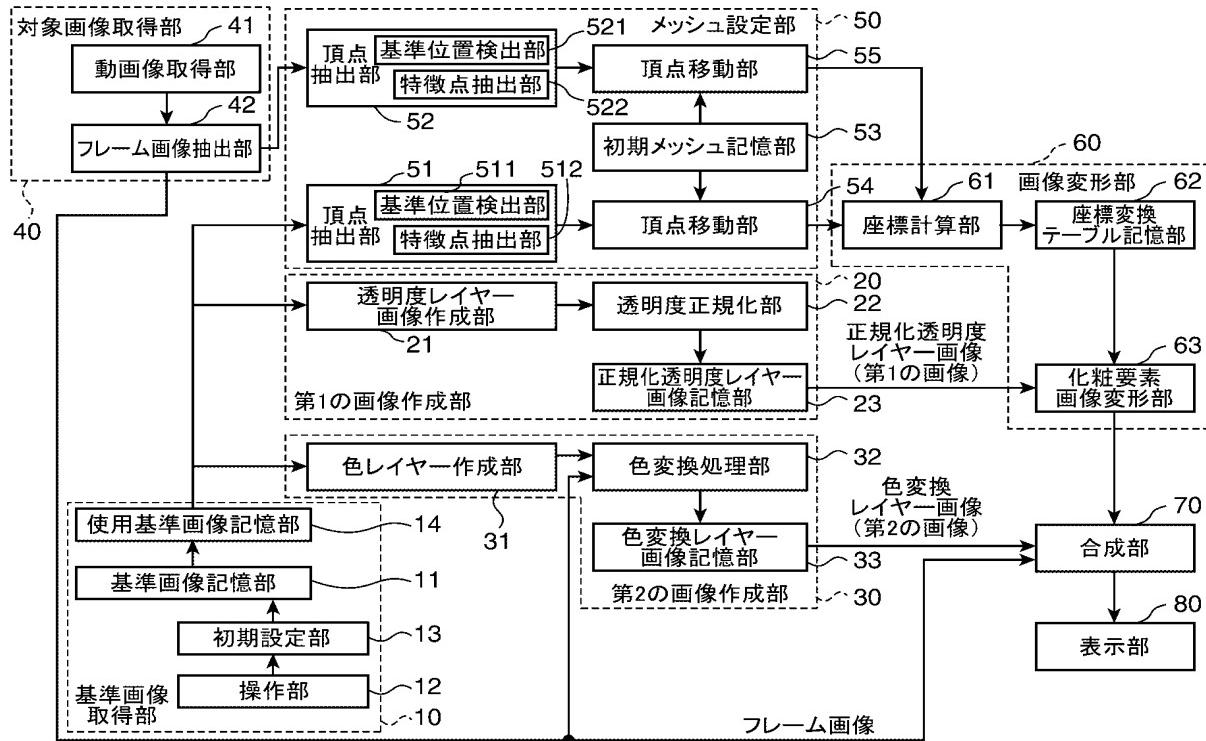
前記第2の画像作成手段が、前記シミュレーション対象画像に対して前記n枚のレイヤー画像の色成分を用いた所定の色変換処理を実行することにより、前記n枚のレイヤー画像の各々に対応するn枚の第2の画像を作成するステップと、

前記合成手段が、前記n枚の第1の画像を基に、前記n枚の第2の画像及び前記シミュレーション対象画像の各々の透明度を決定し、決定した透明度を用いて、前記シミュレーション対象画像と前記n枚の第2の画像とを合成するステップとを備えることを特徴とする化粧シミュレーション方法。

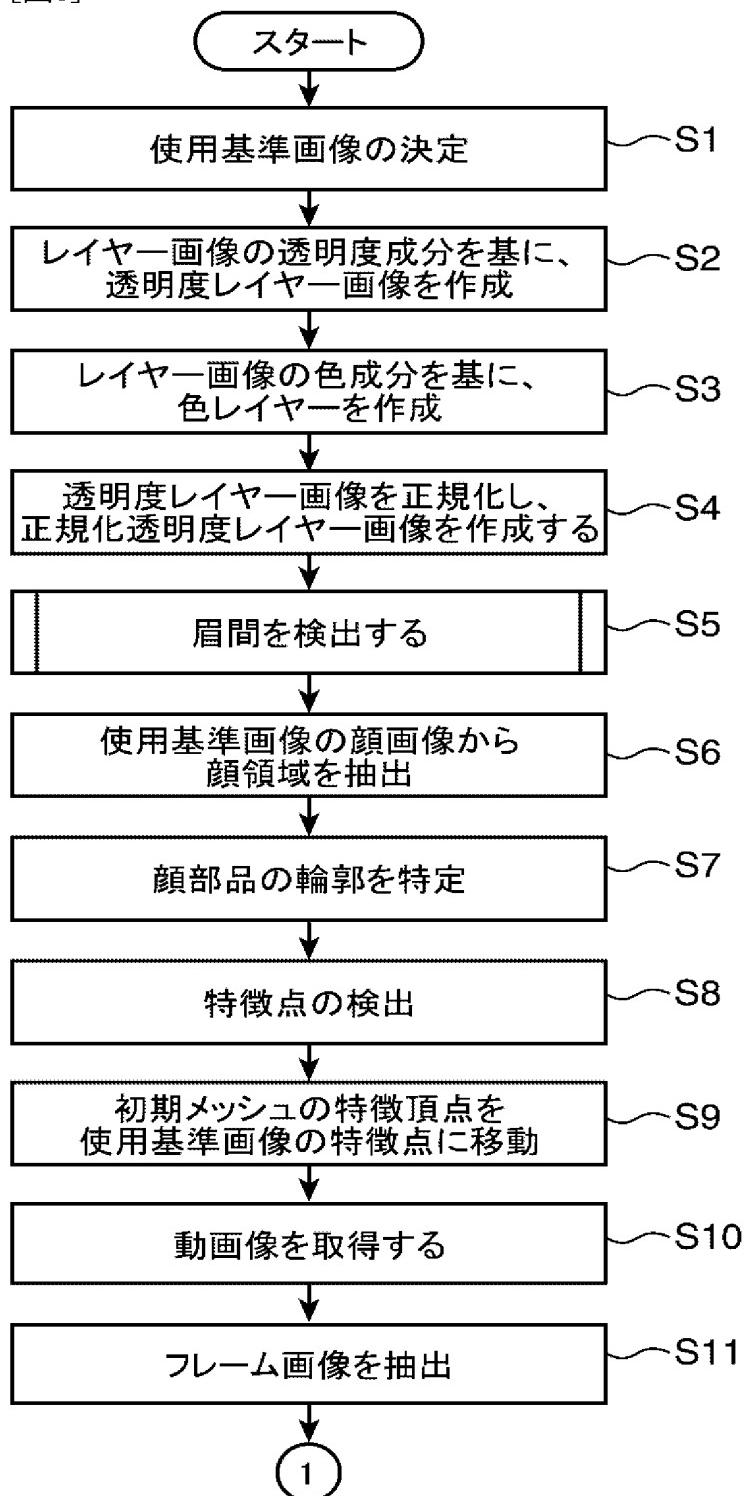
[図1]



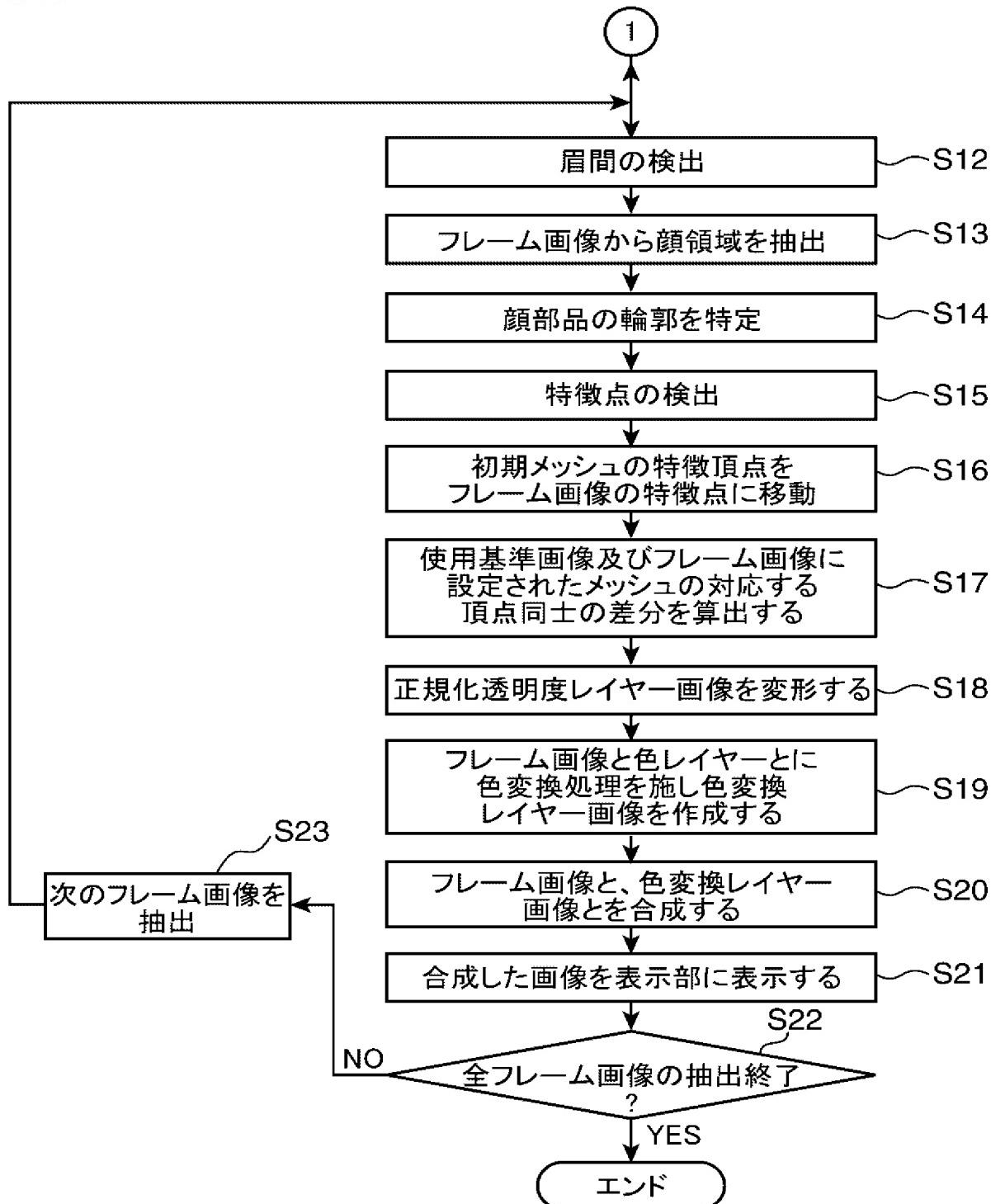
[図2]



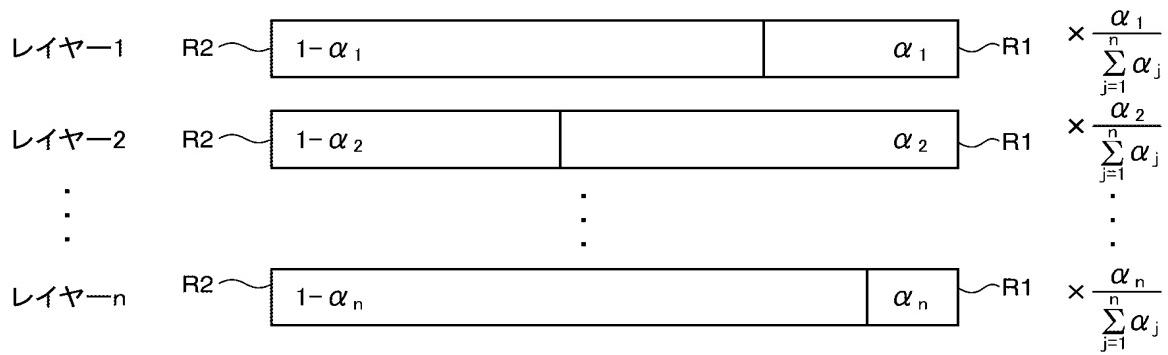
[図3]



[図4]



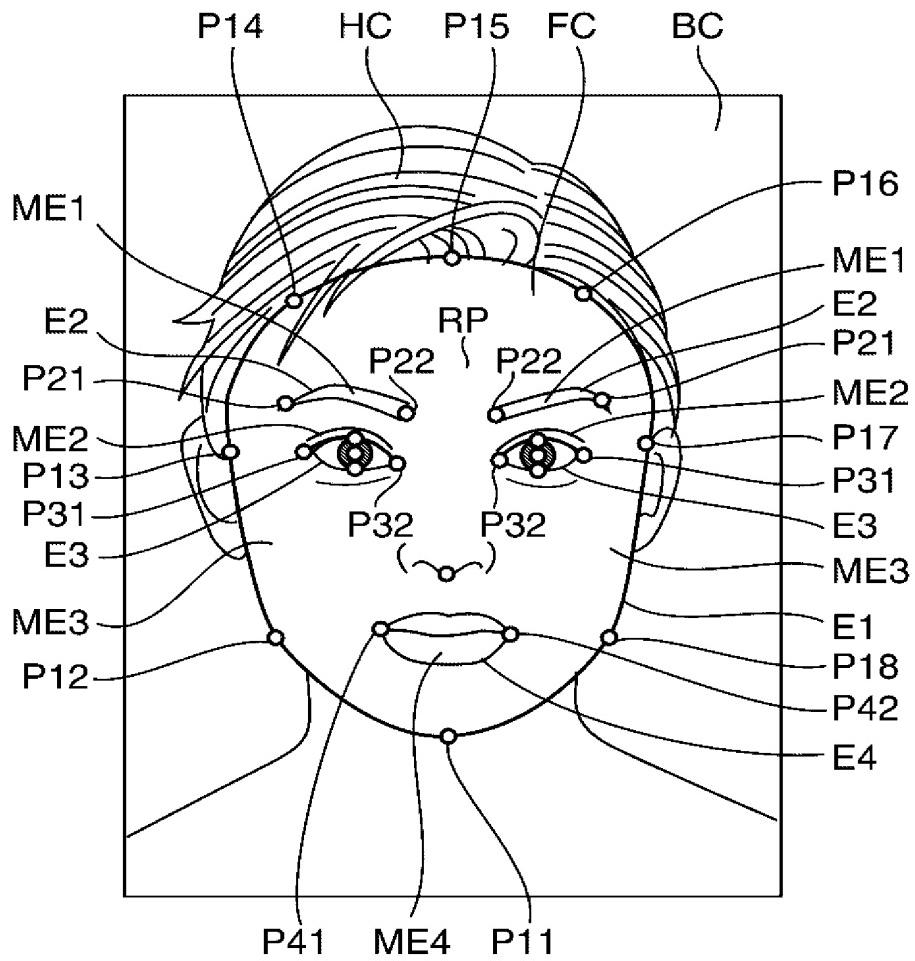
[図5]



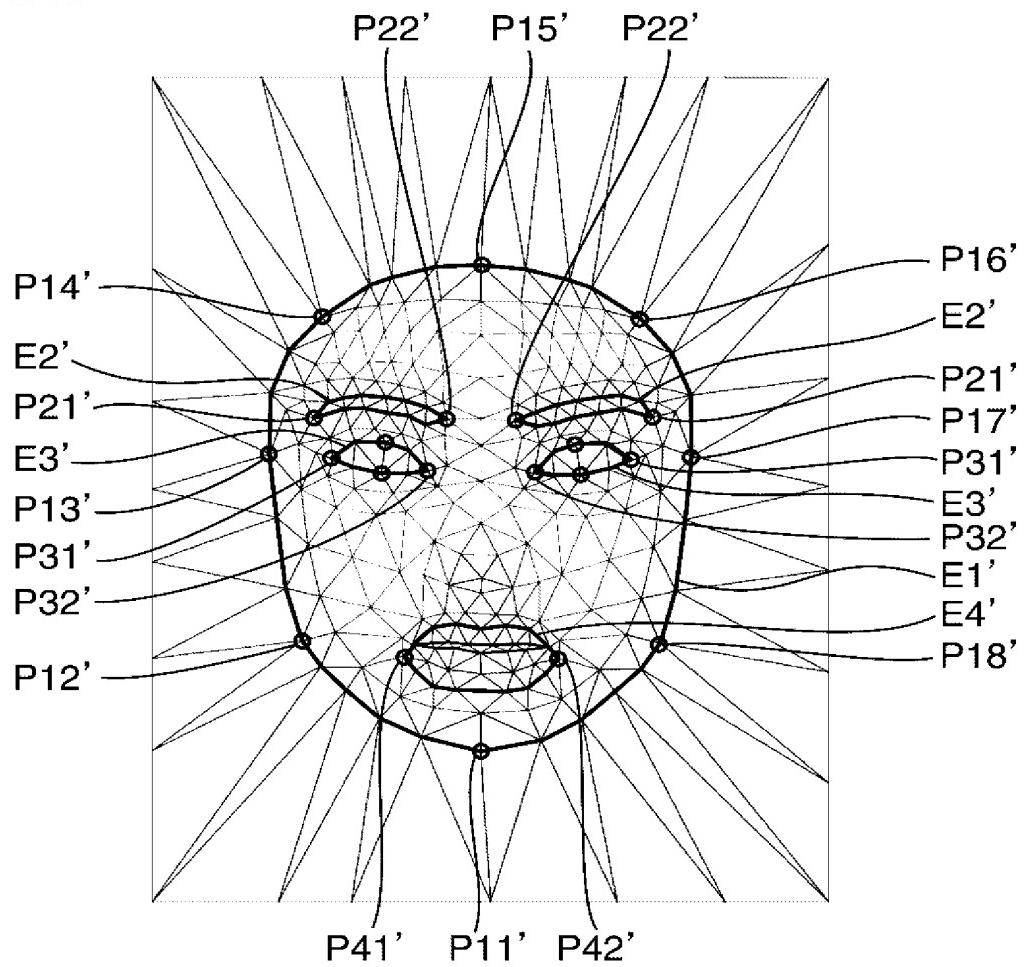
$$\gamma = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i (1 - \alpha_i)}{\sum_{j=1}^n \alpha_j} \cdots \text{式(2)}$$

$$\beta_i = \frac{\alpha_i^2}{\sum_{j=1}^n \alpha_j} \cdots \text{式(1)}$$

[図6]

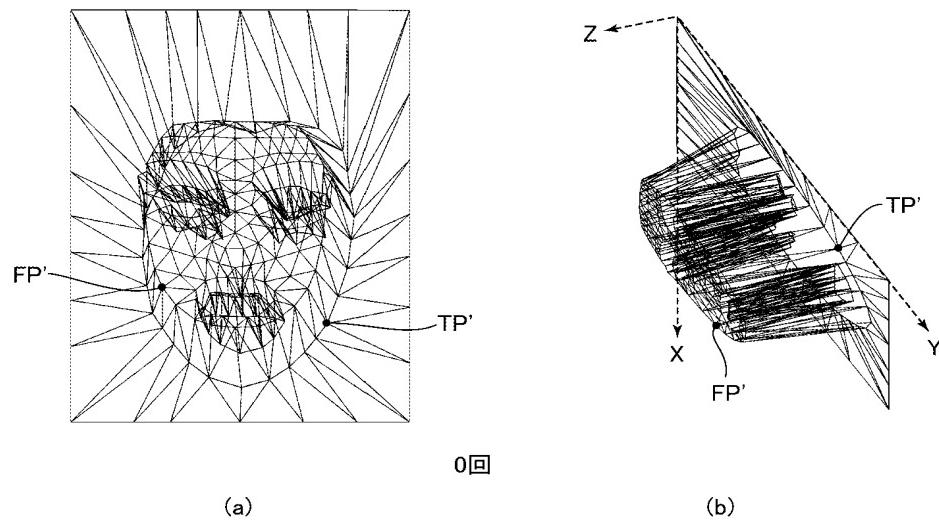


[図7]



TP'(P11'~P18', P21', P22', P31', P32', P41', P42')

[図8]

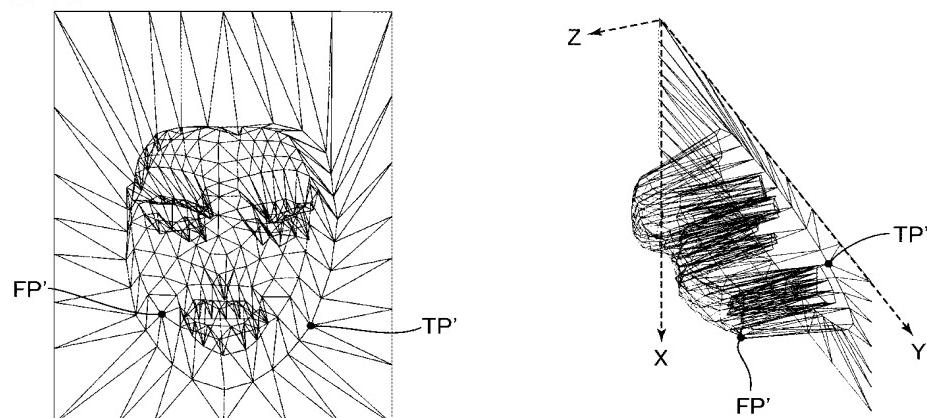


0回

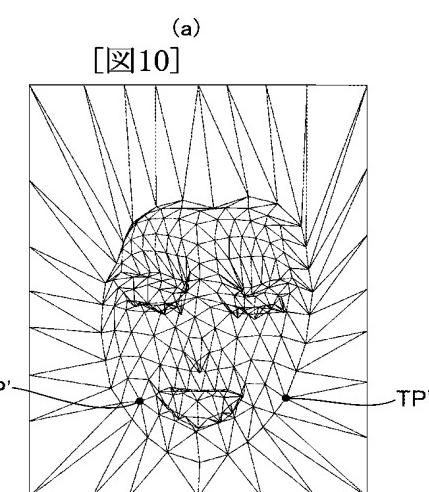
(a)

(b)

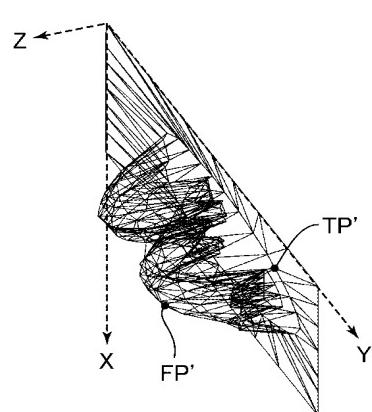
[図9]



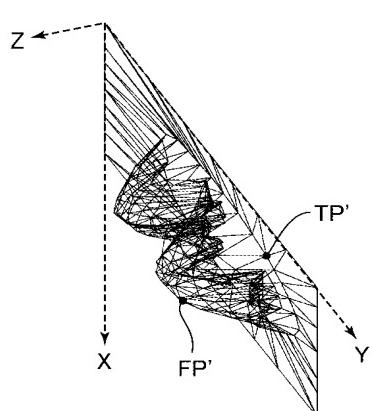
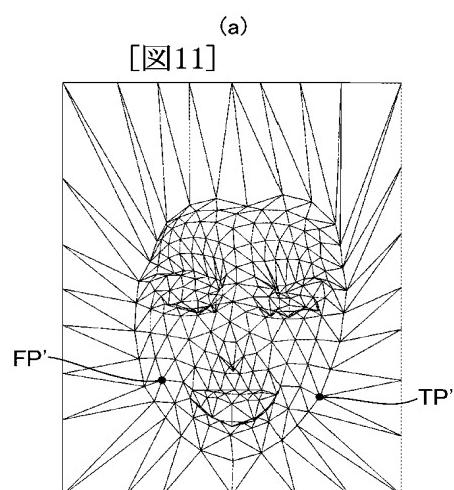
1回



(b)



5回

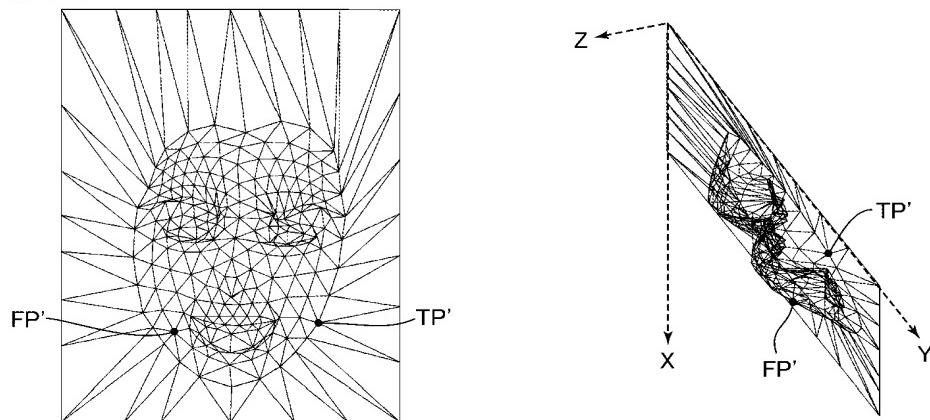


10回

(a)

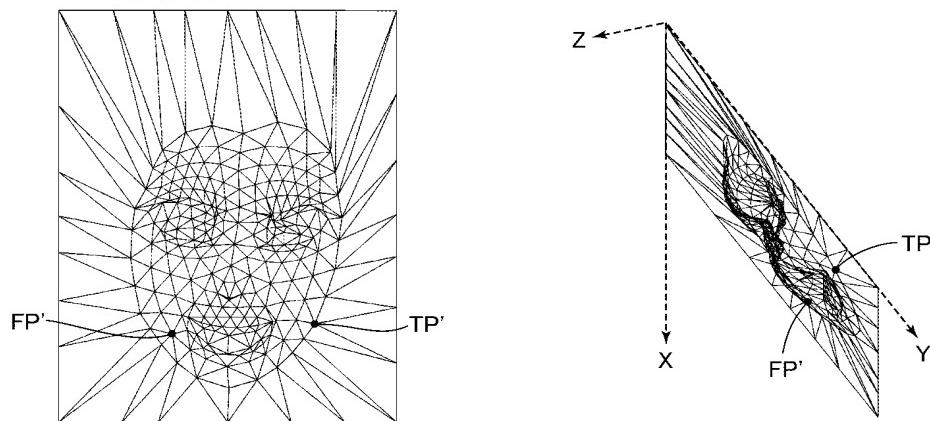
(b)

[図12]



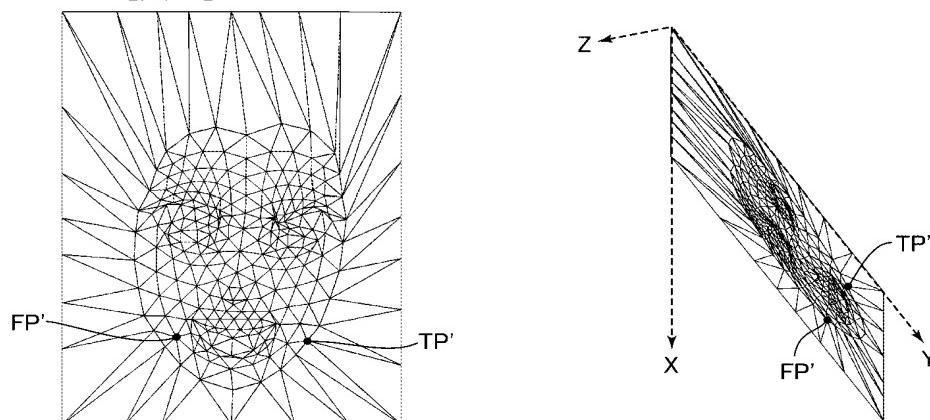
20回

[図13]



30回

[図14]

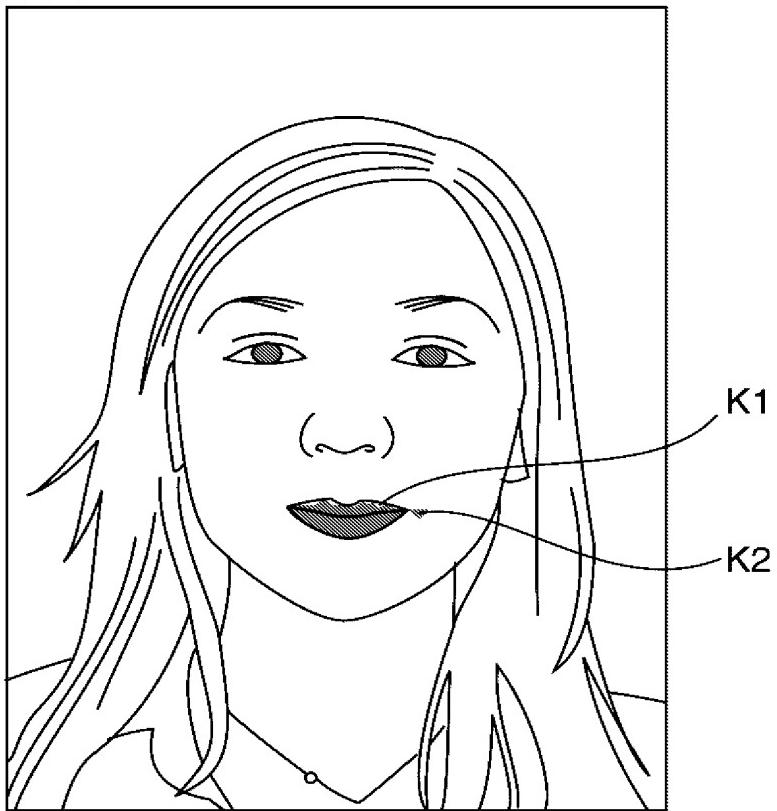


60回

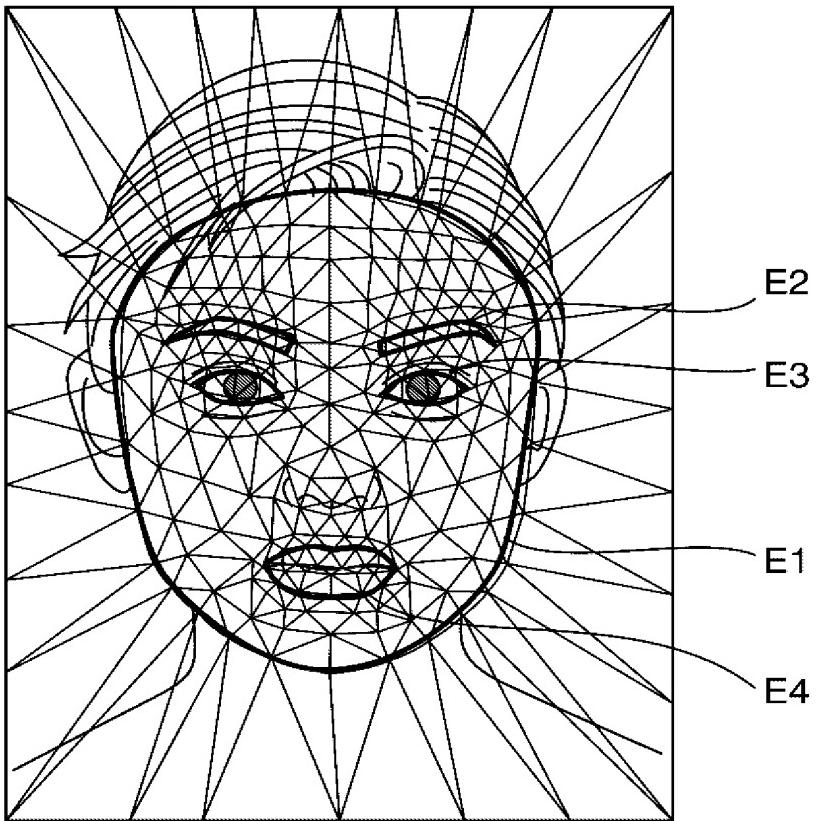
(a)

(b)

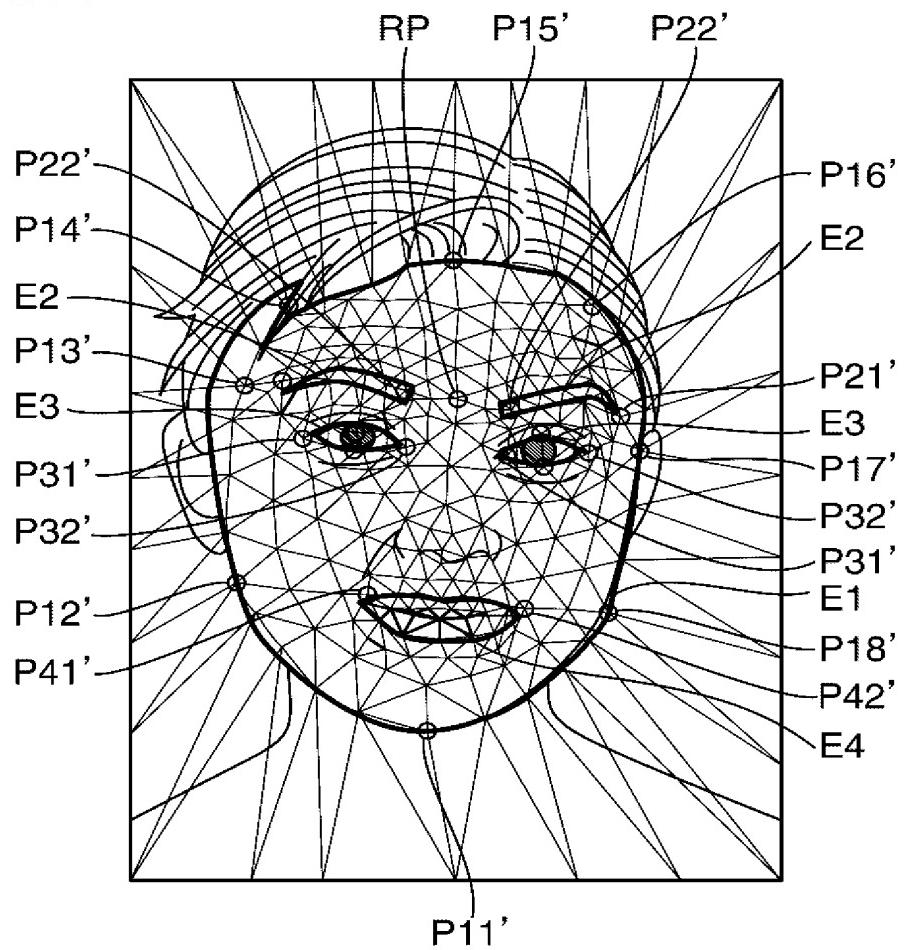
[図15]



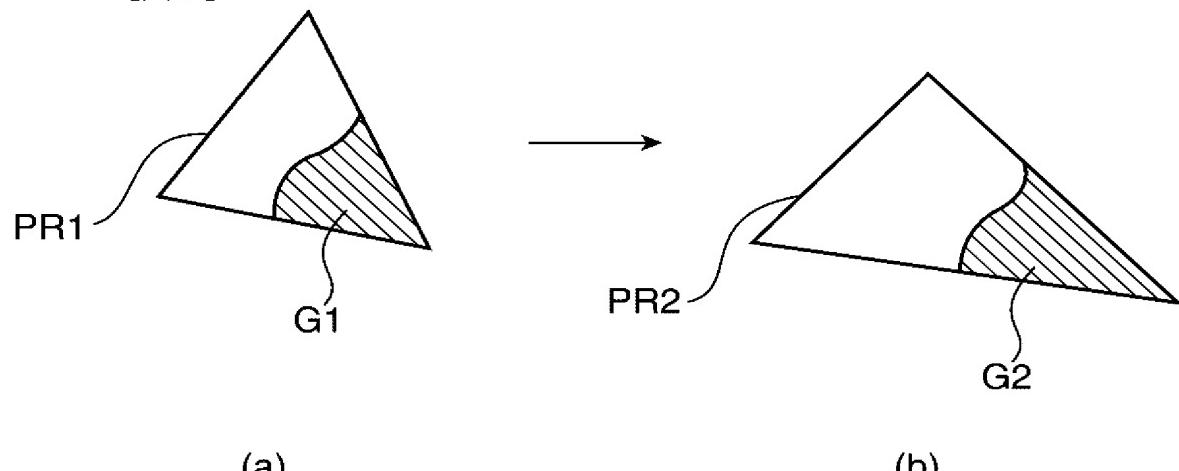
[図16]



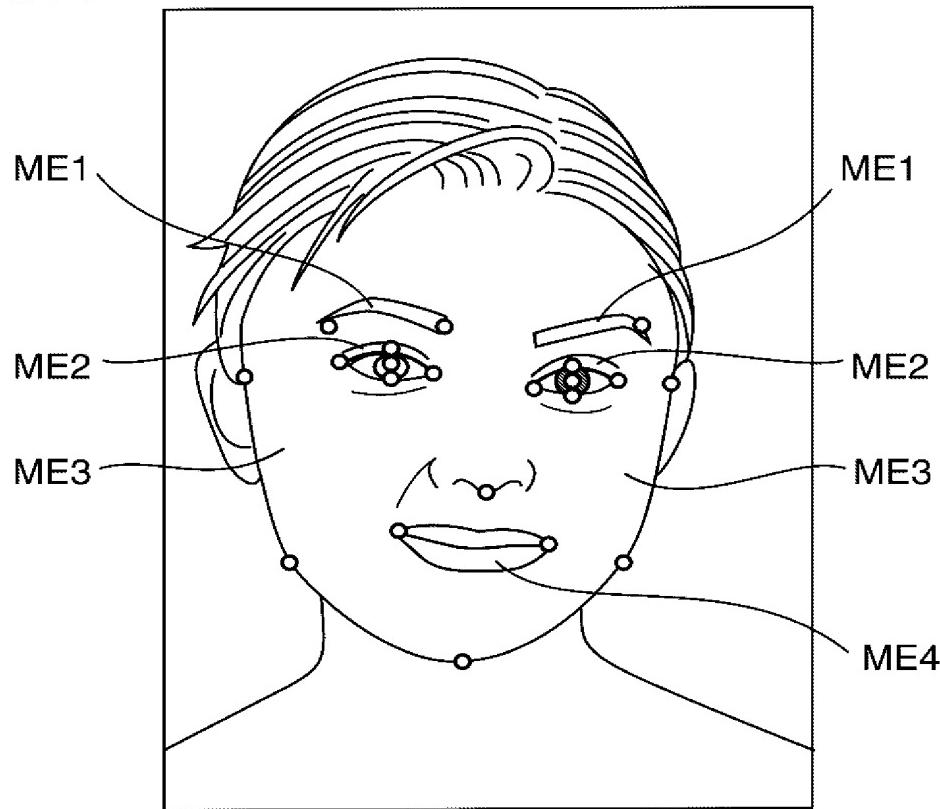
[図17]



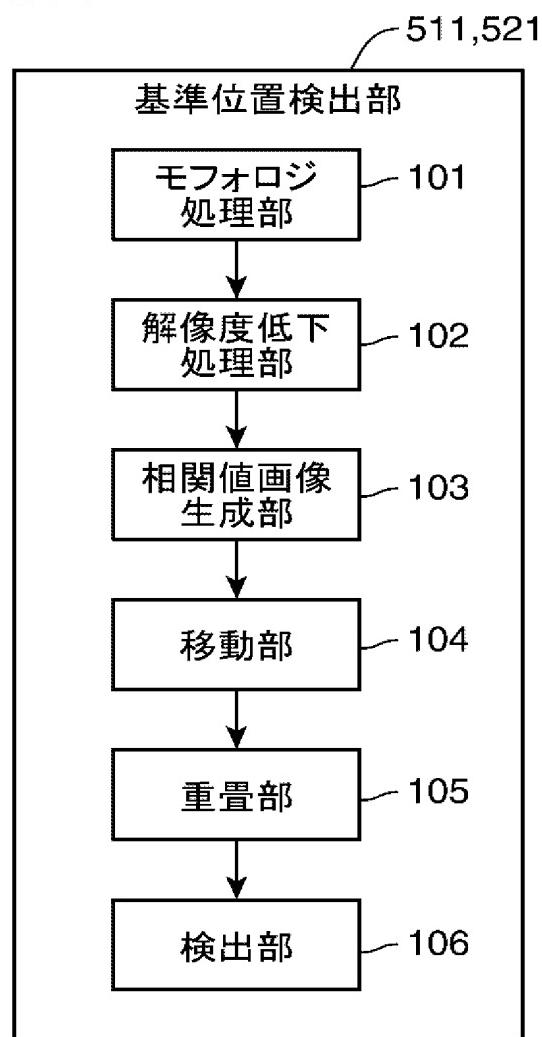
[図18]



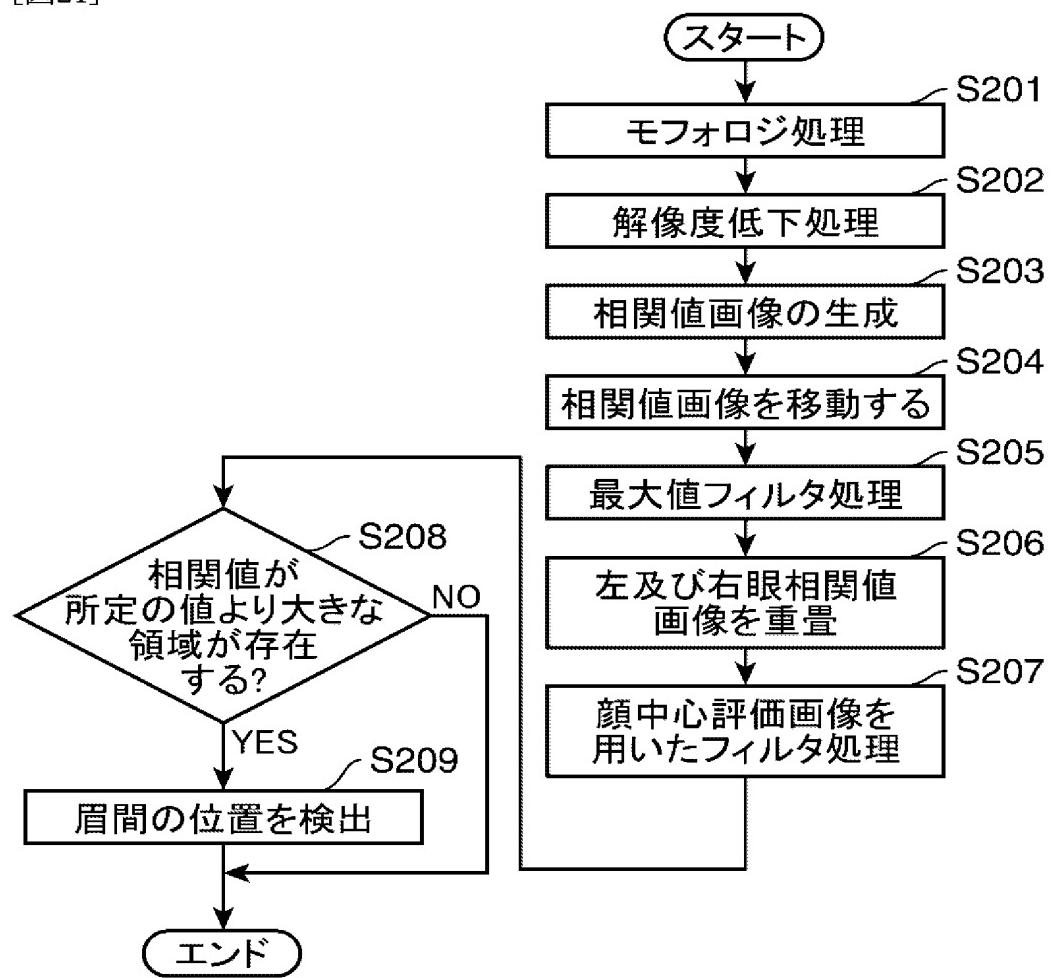
[図19]



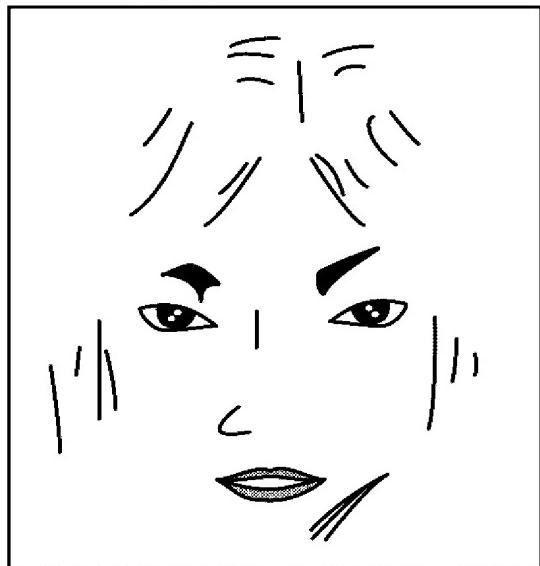
[図20]



[図21]



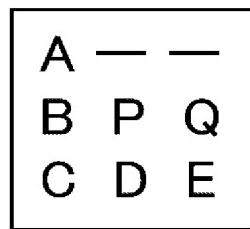
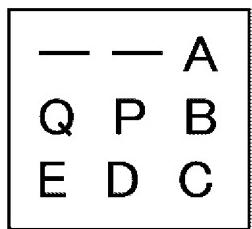
[図22]



[図23]

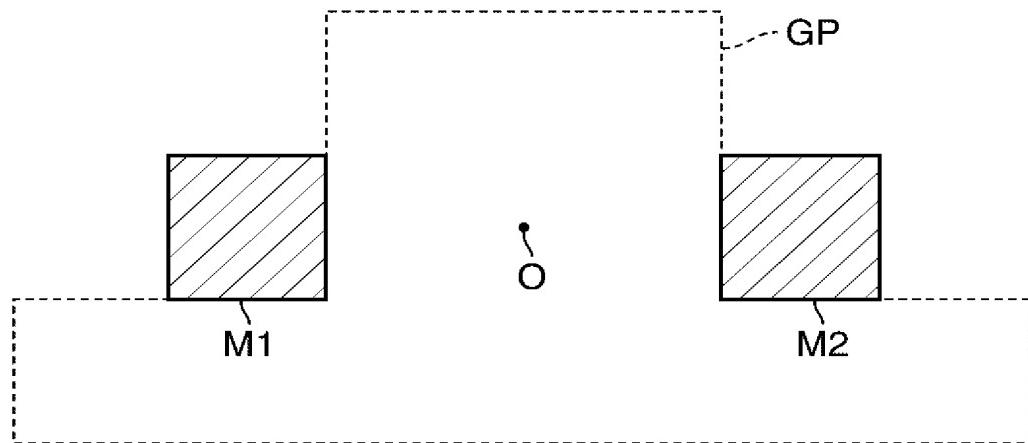
(a)

(b)

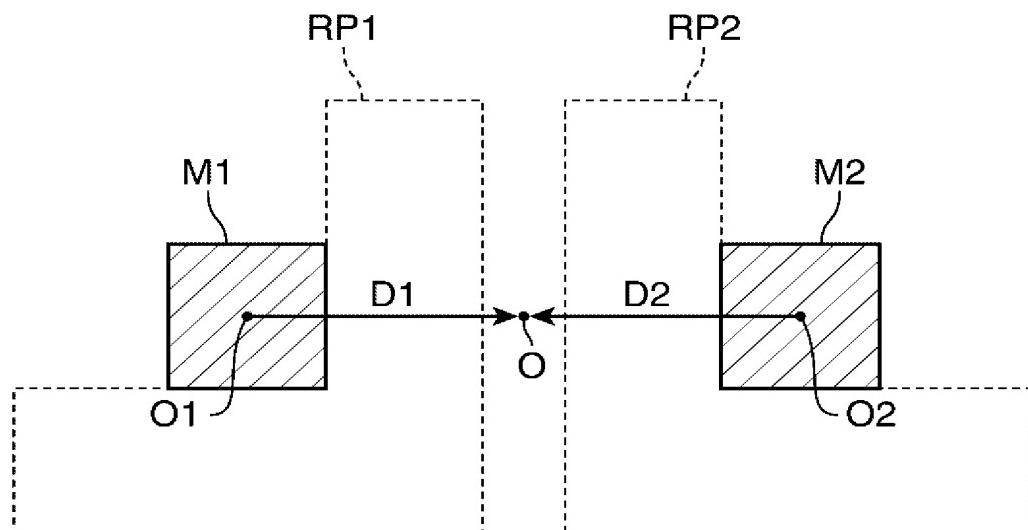


[図24]

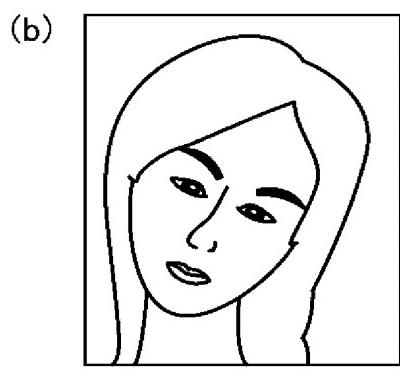
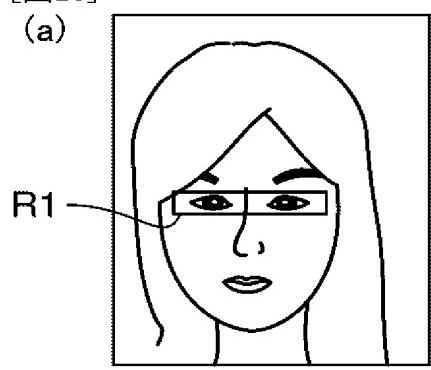
(a)



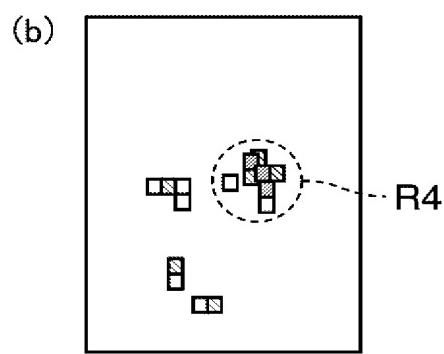
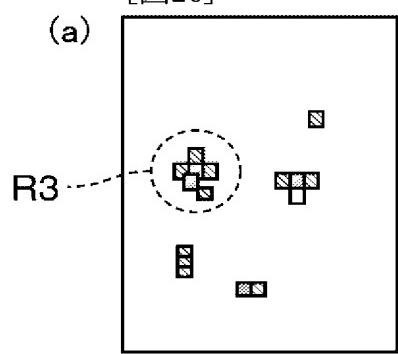
(b)



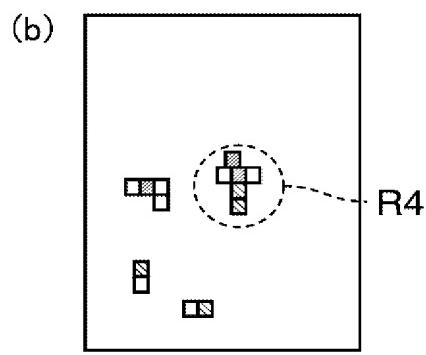
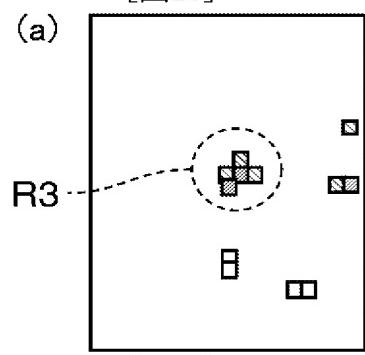
[図25]



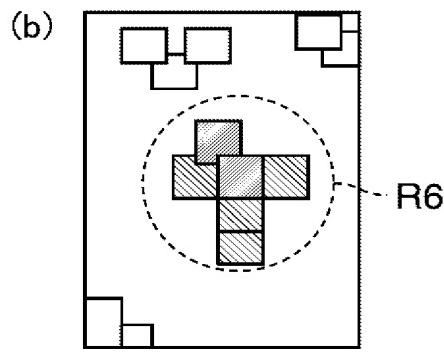
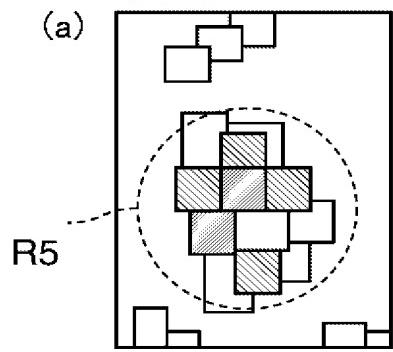
[図26]



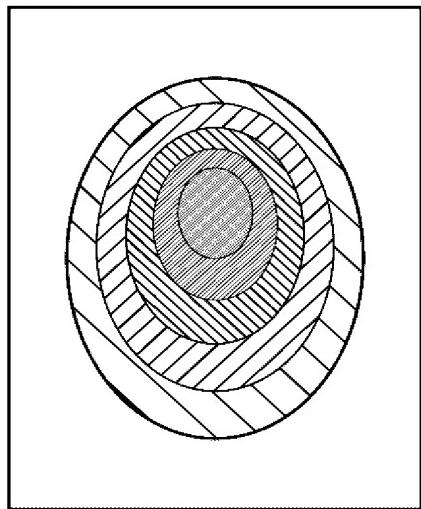
[図27]



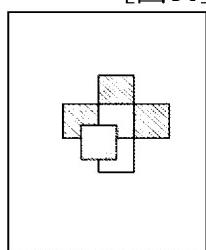
[図28]



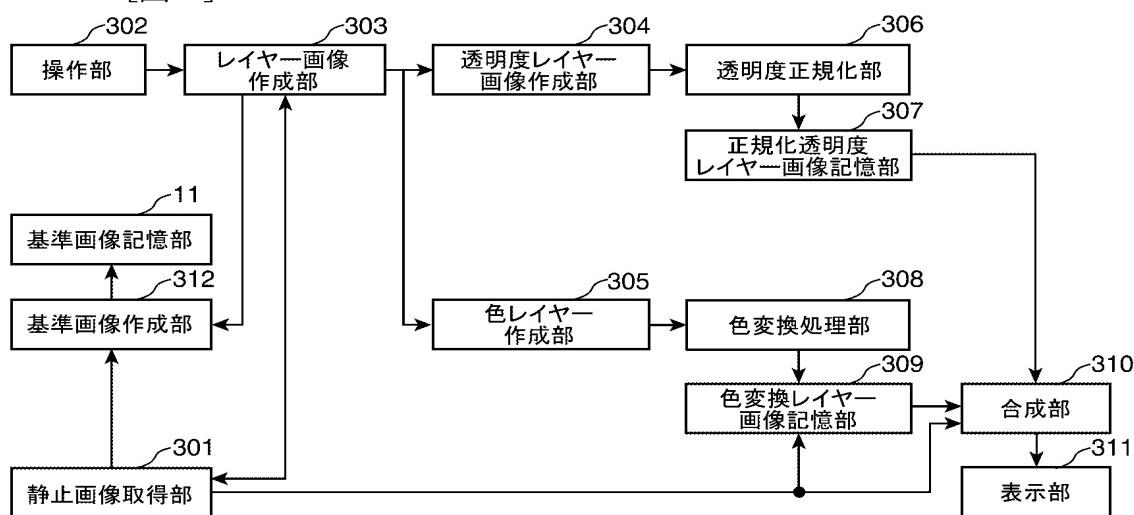
[図29]



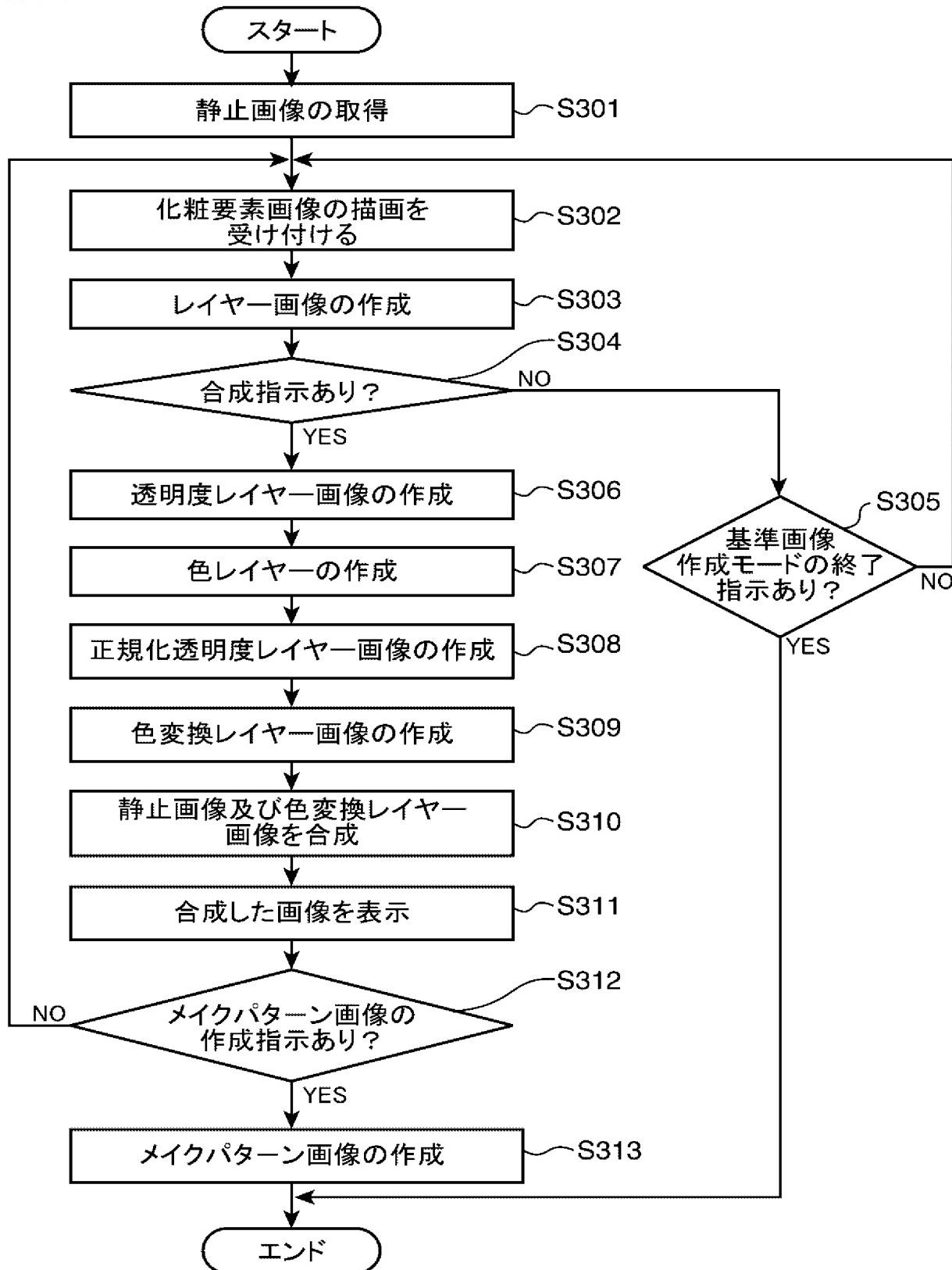
[図30]



[図31]



[図32]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/016125

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G06T1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G06T1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
JSTPLUS (JOIS)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2000-194835 A (Kao Corp.), 14 July, 2000 (14.07.00), Par. Nos. [0016] to [0035]; all drawings (Family: none)	1,2,12,13,14 3-11
A	JP 11-143352 A (Kabushiki Kaisha Onishi Netsugaku), 28 May, 1999 (28.05.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 09-073559 A (Fujitsu Ltd.), 18 March, 1997 (18.03.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-14

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&"	document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		

Date of the actual completion of the international search  
02 December, 2004 (02.12.04)Date of mailing of the international search report  
21 December, 2004 (21.12.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/016125

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-044837 A (Digital Fashion Ltd.), 14 February, 2003 (14.02.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-14
A	Takao FURUKAWA, Yoshiyuki SAKAGUCHI, Akira TSUKADA, "Real Time Makeup Simulator", Dai 19 Kai Sensing Forum Shiryo, 17 September, 2002 (17.09.02), 19th, pages 53 to 58	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））  
Int. C1. 7 G06T1/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int. C1. 7 G06T1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

JSTPLUS (JOIS)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	J P 2000-194835 A (花王株式会社) 2000.07.14, 【0016】-【0035】全図 (ファミリーなし)	1, 2, 12, 13, 14 3-11
A	J P 11-143352 A (株式会社大西熟学) 1999.05.28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14
A	J P 09-073559 A (富士通株式会社) 1997.03.18, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14
A	J P 2003-044837 A (デジタルファッショング株式会社) 2003.02.14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02. 12. 2004

国際調査報告の発送日

21.12.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

脇岡 剛

5H 9365

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

## C (続き) 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	古川貴雄, 坂口嘉之, 塚田章, リアルタイムメーカーアップシミュレーション, 第19回センシングフォーラム資料, 2002.09.17, 19th, p. 53-58	1-14